

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

Matija Kolarić

ANALIZA PODATKOVNOG PROMETA MOBILNIH UREĐAJA
GENERIRANOG USLUGAMA ZA PRIJENOS VIDEOZAPISA
DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI

ANALIZA PODATKOVNOG PROMETA MOBILNIH UREĐAJA
GENERIRANOG USLUGAMA ZA PRIJENOS VIDEOZAPISA
ANALYSIS OF DATA TRAFFIC OF MOBILE DEVICES GENERATED BY
VIDEO STREAMING SERVICES

DIPLOMSKI RAD

Mentor: dr. sc. Siniša Husnjak

Student: Matija Kolarić

JMBAG: 0135237424

Zagreb, rujan 2019.

ANALIZA PODATKOVNOG PROMETA MOBILNIH UREĐAJA GENERIRANOG USLUGAMA ZA PRIJENOS VIDEOZAPISA

SAŽETAK

Podatkovni promet neizbježan je segment na uređajima koji imaju uspostavljen pristup internetu. Generirani podatkovni promet svake godine bilježi sve veći rast, te svake godine se predviđaju veće količine podatkovnog prometa u svijetu. Na rast podatkovnog prometa utječu mnogi faktori, među kojim se ističu karakteristike uređaja i karakteristike mreže. Kao glavni uzrok porasta generiranog podatkovnog prometa ističu se videozapisi i usluge koje omogućuju njihovu razmjenu, te će se objasniti zašto su upravo videozapisi glavni uzroci tome. U radi se prikazuje kolika se količina podatkovnog prometa generira razmjenom videozapisa između uređaja upotrebom aplikacija koje omogućuju uslugu razmjene videozapisa. Količina generiranog podatkovnog prometa mjerena je pomoću aplikacije My Data Manager tijekom svih šest mjerenja, kao i u dodatnom mjerenju. Svi dobiveni rezultati mjerenja su analizirani i uspoređeni. Na temelju analize dobivenih rezultata uočene su određene nepravilnosti, te je na temelju tih nepravilnosti pokrenuta diskusija.

KLJUČNE RIJEČI: Videozapis; Generirani podatkovni promet; Aplikacija; Usluga

SUMMARY

Data traffic is an inevitable segment of electronic devices that have Internet access. Generated data traffic is growing every year, and every year the prediction of generated worldwide data traffic is rapidly increasing. The growth of data traffic is influenced by many factors, among which device features and network characteristics are highlighted. Videos and the services that allow them to be shared are highlighted as the main cause of the rise of generated data traffic, and in this paper it will be explained why. The main focus of this paper is to show how much data traffic is generated by video sharing between devices using applications that provide such services. The amount of generated data traffic was measured by using the My Data Manager application during all six measurements and during additional measurements. All of the data obtained was analyzed and compared. Based on the results some irregularities were identified and on the basis a discussion was initiated.

KEYWORDS: Video; Generated data traffic; Application; Service

SADRŽAJ

1. Uvod	1
2. Podatkovni promet mobilnih terminalnih uređaja	3
2.1 Karakteristike uređaja	6
2.1.1 Veličina i rezolucija zaslona	6
2.1.2 Operativni sustav	6
2.1.3 Postavke uređaja	8
2.1.4 Kategorije uređaja	9
2.1.5 Mogućnosti web preglednika	11
2.2 Karakteristike informacijsko-komunikacije mreže	11
2.2.1 Generacije mobilnih mreža i njihove komunikacijske tehnologije	12
2.2.2 Ažuriranje sustava i aplikacija	13
2.2.3 Komplementarne pristupne mreže	13
3. Mobilni video kao dominantni segment podatkovnog prometa	16
3.1 Mobilni video općenito	19
3.2 Generiranje podatkovnog prometa razmjenom videozapisa	21
4. Karakteristike korištenih uređaja i aplikacija	25
4.1 Karakteristike aplikacija za razmjenu videozapisa	25
4.1.1 Facebook Messenger	26
4.1.2 Instagram	27
4.1.3 WhatsApp	28
4.1.4 Viber	30
4.2 Karakteristike uređaja koji će se koristiti za potrebe mjerenja	31
4.2.1 iPhone X	31
4.2.2 Samsung Galaxy S9+	33
4.2.3 Samsung Galaxy A6+	34
5. Istraživanje generiranja podatkovnog prometa	35

5.1 Eduroam.....	35
5.2 My Data Manager	36
6. Usporedba i analiza generiranog podatkovnog prometa	37
6.1 Razmjena videozapisa	37
6.2 Rezultati mjerenja.....	37
6.3 Usporedba generiranog podatkovnog prometa.....	44
6.4 Rezultati validacije dodatnim mjerenjem	49
6.5 Diskusija dobivenih rezultata	50
7. Zaključak	53
Literatura	55
Popis kratica	62
Popis slika	65
Popis grafikona.....	66
Popis tablica	67

1. Uvod

U modernom dobu, svakodnevno se šalju milijuni fotografija, videa, dokumenata. Bitno je podijeliti informacije i uspomene s ostatkom svijeta, a to sve ne bi bilo moguće bez podatkovnog prometa. Pitanje koje se nameće je kako zapravo se generirana podatkovni promet, koji je dominantni segment podatkovnog prometa te koje su karakteristike korištenja uređaja i aplikacija. Generiranje podatkovnog prometa označava ostvarenu količinu podatkovnog prometa koji nastane prilikom učitavanja i preuzimanja podataka upotrebom nekog terminalnog uređaja koji ima ostvareni pristup prema podatkovnim mrežama. Mobilni podatkovni promet koji je generiran od strane mobilnih uređaja svake godine bilježi rast, te zauzima sve veći udio od ukupno generiranog podatkovnog prometa u svijetu. Videozapisi jedni su od glavnih uzroka porast generiranog mobilnog podatkovnog prometa u svijetu, što njihovo pregledavanje, što usluge za prijenos istih.

Rad analizira generirani podatkovni promet koji je ostvaren na uređajima iPhone X, Samsung Galaxy S9+ i Samsung Galaxy A6+ razmjenom i pregledavanjem videozapisa putem aplikacija Facebook Messenger, Instagram, WhatsApp i Viber. Rad je strukturiran u sedam poglavlja:

1. Uvod
2. Podatkovni promet mobilnih terminalnih uređaja
3. Mobilni video kao dominantni segment podatkovnog prometa
4. Karakteristike korištenih uređaja i aplikacija
5. Istraživanje generiranja podatkovnog prometa
6. Usporedba i analiza generiranog podatkovnog prometa
7. Zaključak

U drugom poglavlju bit će prikazan porast generiranja podatkovnog prometa po regijama u svijetu za 2018., te predviđena količina generiranog podatkovnog prometa po regijama za 2024. Također će biti prikazana količina generiranog podatkovnog prometa po mobilnom uređaju na mjesečnoj razini za 2018., te predviđena količina generiranog podatkovnog prometa po mobilnom uređaju na mjesečnoj razini za 2024. Pod drugim poglavljem bit će objašnjeno kako uređaji te informacijsko-komunikacija mreža utječu na generiranje podatkovnog prometa.

Trećim poglavljem bit će prikazan mobilni video kao dominantni segment podatkovnog prometa. Ovim poglavljem bit će prikazan rast pregledavanja videozapisa i njihovih prihoda. Također, bit će obrađen općenito mobilni video, odnosno što je kod videozapisa bitno s korisničke strane te što sa strane operatora. Opisat će se generiranje podatkovnog prometa razmjenom videozapisa, te kolika se količina podatkovnog prometa generira pregledavanjem videozapisa određene kvalitete.

Četvrtim poglavljem bit će prikazane aplikacije Messenger, Instagram, WhatsApp i Viber. Pomoću navedenih aplikacija vršit će se razmjena i pregledavanje zaprimljenih videozapisa. Svaka od navedenih aplikacija bit će opisana, te će se iznijeti mogućnosti koje te aplikacije pružaju svojim korisnicima. Također, unutar ovog poglavlja prikazat će se upotreba

aplikacija Messenger i WhatsApp po dobnim skupinama korisnika, te njihova upotreba 2017. i 2018. u država u kojima bilježe najveću upotrebu. Podaci će biti prikazani samo za aplikacije Messenger i WhatsApp zato što su među najpopularnijim i najkorištenijim aplikacija za razmjenu trenutnih poruka u svijetu. Osim karakteristika aplikacija, prikazat će se i karakteristike uređaja iPhone X, Samsung Galaxy S9+ i Samsung Galaxy A6+ na kojima će se vršiti razmjena i pregledavanje zaprimljenih videozapisa.

U petom poglavlju bit će opisan postupak kojim je rađena razmjena i pregledavanje videozapisa pomoću aplikacija Messenger, Instagram, WhatsApp i Viber te uređajima iPhone X, Samsung Galaxy S9+ i Samsung Galaxy A6+. Ovim poglavljem će se također opisati i Eduroam bežična mreža koja je korištena zato što su se mjerenja provodila unutar studentskog doma. Osim bežične mreže, opisat će se i aplikacija My Data Manager pomoću koje se mjerio generirani podatkovni promet tijekom postupka razmjene i pregledavanja zaprimljenih videozapisa na uređajima.

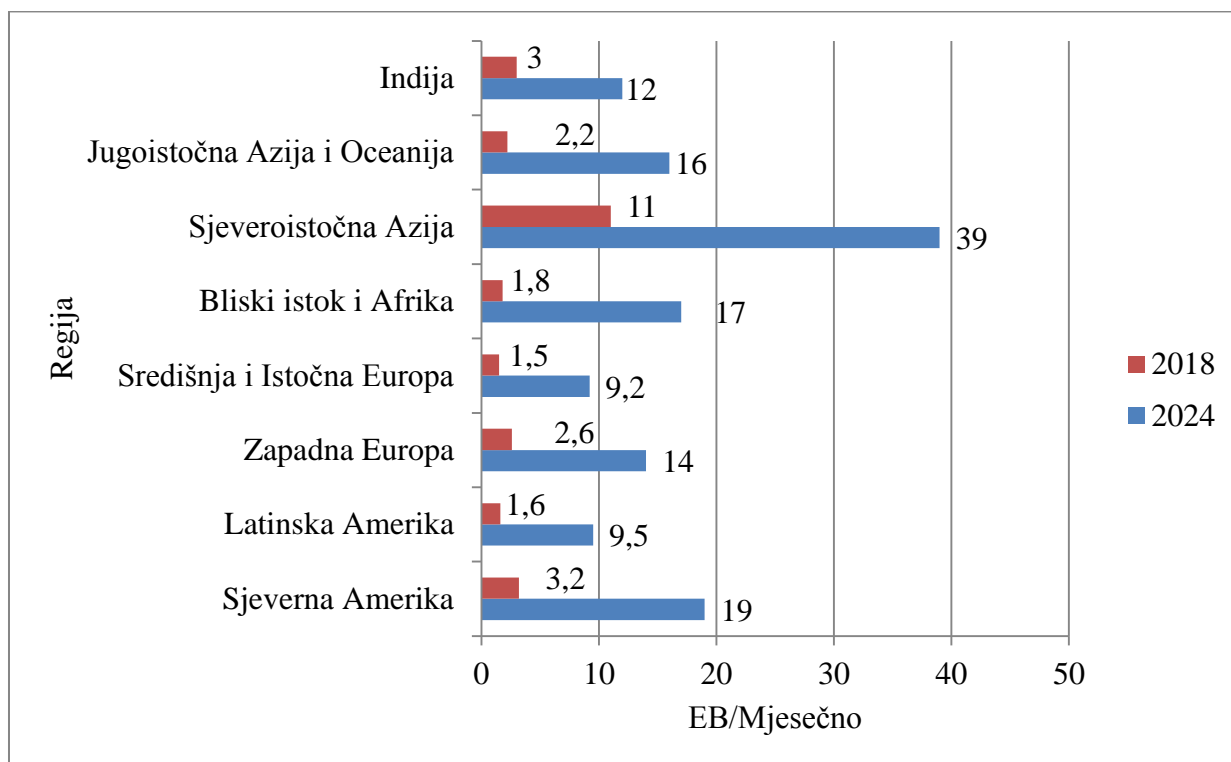
U šestom poglavlju izneseni su detalji videozapisa koji će se razmjenjivati između uređaja, odnosno njegov naziv i njegova veličina. Opisat će se općenito postupak razmjene videozapisa, te kako prijelazi između baznih stanica mogu prouzročiti nedosljednosti između brzine mreže. Prikazat će se rezultati svih šest mjerenja koja su vršena. Postupak razmjene i pregledavanja videozapisa koji će se vršiti bit će prikazan slikom. Rezultati prvog mjerenja bit će vidljivi sa slike, odnosno snimke zaslona unutar aplikacije My Data Manager. Rezultati preostala četiri mjerenja bit će prikazana unutar tablica. Nakon dobivenih rezultata svih mjerenja, rezultati svakog mjerenja će se prikazati u obliku grafikona kako bi se lakše interpretiralo o kojoj se količini podatkovnog prometa radi, te će svaki grafikon biti opisan. Dobiveni rezultati ukazivali su na nepravilnosti u istraživanju te je uvedeno dodatno mjerenje te se i ti rezultati prikazani unutar tablice. Na kraju su analizirani podaci dobiveni mjerenjima te donesen zaključak o istraživanju.

2. Podatkovni promet mobilnih terminalnih uređaja

Generiranje podatkovnog prometa je neizbježan segment svakog mobilnog terminalnog uređaja koji ima pristup internetskoj vezi. Na količinu generiranog podatkovnog prometa utječu karakteristike uređaja, te karakteristike informacijsko-komunikacijske mreže.

Ukupan broj mobilnih terminalnih uređaja doseže blizu 7,9 milijardi. Rast podatkovnog prometa potaknut je i rastom broja korisnika pametnih mobilnih uređaja i povećanjem prosječnog volumena podataka po korisniku, a to je potaknuto ponajviše pregledavanjem video sadržaja. U trećem tromjesečju 2018. mobilni podatkovni promet porastao je gotovo 79% na godišnjoj razini, što je najveća stopa rasta od 2013. godine. Gotovo 90% ukupnog podatkovnog prometa generiraju pametni mobilni uređaji, te se predviđa kako će do 2024., taj broj porasti na 95%. Grafikon 1 prikazuje generirani mobilni podatkovni promet po regijama, [1].

Grafikon 1. Generirani mobilni podatkovni promet po regijama



Izvor : [1]

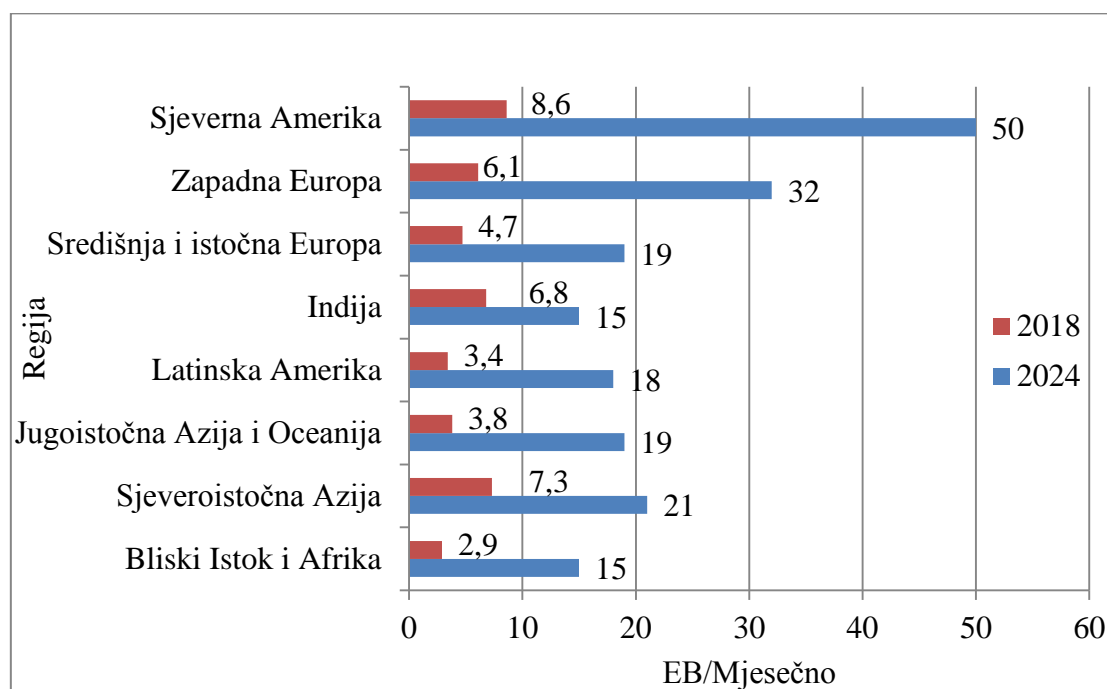
Na grafikonu 1, prikazana je količina generiranog mobilnog podatkovnog prometa po regijama. Crvena boja predstavlja količinu generiranog podatkovnog prometa za 2018. godinu, a plavom bojom prikazana je predviđena količina generiranog mobilnog podatkovnog prometa za 2024. godinu.

Prema [1], predviđanja za Sjeveroistočnu Aziju dosežu do 39 EB (eng. *ExaByte*) do 2024. godine. Kao razlog takvim predviđanjima nameće se što je Sjeveroistočna Azija najnaseljenija regija na svijetu, te je kao takva imala najveći udio globalno generiranog podatkovnog prometa krajem 2018. godine. Na Bliskom istoku i u Africi predviđa se

povećanje od čak 9 EB do 2024., te će to predstavljati najveću globalnu stopu rasta generiranog mobilnog podatkovnog prometa. Zbog ugrađene LTE (eng. *Long Term Evolution*) mreže te visoke penetracije korisničkih uređaja koji imaju pristupačne pakete koji nude velike količine podatkovnog prometa, uz povećanu primjenu širokopojsnih usluga, kao što su videozapisi, nove aplikacije kao što su virtualna stvarnost i proširena stvarnost predviđa se da će količina generiranog mobilnog podatkovnog prometa premašiti 19 EB mjesečno na području Sjeverne Amerike i 14 EB na mjesečnoj razini u Zapadnoj Europi.

Mjesečna razina mobilnog podatkovnog prometa po pametnom telefonu nastavlja se povećavati u svim regijama. Uzrok tome su poboljšane mogućnosti uređaja i pristupačniji paketi podatkovnog prometa, te povećanje sadržaja i usluga s intenzivnim podacima. 2024. generirani mobilni podatkovni promet koji je ostvaren upotrebom 5G mreže činit će četvrtinu ukupno generiranog mobilnog podatkovnog prometa na globalnoj razini. Također se očekuje da će ukupni podatkovni promet u pokretnoj mreži porasti pet puta u narednih šest godina, te će do kraja 2024. dosegnuti razinu od 136 EB mjesečno. Najviša stopa generiranog mobilnog podatkovnog prometa po pametnom telefonu ostvarena je na području Sjeverne Amerike, te je na kraju 2018. dosegnuta razina od 8,6 GB (eng. *Gigabyte*). U sjeveroistočnoj Aziji, promet koji je generiran po pametnom telefonu tijekom 2018. značajno je povećan te je dosegao razinu od 7,3 GB mjesečno. 2024. predviđa se da će promet koji je generiran upotrebom pametnih telefona iznositi 95% ukupno generiranog mobilnog podatkovnog prometa. Grafikon 2 prikazuje količinu generiranog mobilnog podatkovnog prometa po pametnom telefonu, [2].

Grafikon 2. Generirani mobilni podatkovni promet po pametnom telefonu



Izvor: [2]

S grafikona 2, vidljiva je količina generiranog mobilnog podatkovnog prometa po pametnom telefonu na mjesečnoj razini. Crvenom bojom prikazana je količina podatkovnog prometa za 2018., te je vidljivo kako Sjeverna Amerika ima najveću količinu generiranog podatkovnog prometa. Plavom bojom prikazana je predviđena količina generiranog podatkovnog prometa za 2024., te se predviđa kako će Sjeverna Amerika ostati dominantna regija što se tiče generiranog podatkovnog prometa. Do 2024. predviđa se drastično povećanje generiranog podatkovnog prometa za sve regije. Najveće povećanje predviđa se na području Sjeverne Amerike od skoro 6 puta, te na području Bliskog Istoka i Afrike gdje se predviđa povećanje od 5 puta.

Trenutna prognoza 5G podatkovnog prometa ne uključuje promet koji se ostvaruje uslugama fiksnog bežičnog pristupa (FWA – eng. *Fixed Wireless Access*). Međutim, budući da je FWA jedan od slučajeva rane upotrebe planiranih za 5G u nekim regijama, to bi moglo imati značajan utjecaj na prognoze generiranog podatkovnog prometa, ovisno o prihvatanju usluge na tržištu, [2].

U siječnju 2019. zabilježeno je 4,4 milijarde aktivnih korisnika interneta, a 3,5 milijarde korisnika društvenih mreža. U Sjedinjenim Američkim Državama (SAD) korisnici 90% vremena provedenog na mobilnim uređajima koriste aplikacije. Internet korisnicima omogućuje razmjenu informacija na način koji do sada niti jedna druga tehnologija nije uspjela. Naime 1995. 16 milijuna ljudi su bili aktivni korisnici, 2005. broj aktivnih korisnika premašio je milijardu, 2011. broj se povećao na 2,267 milijardi, a u ožujku 2019. zabilježeno je 4,436 milijardi. Do kraja 2019. predviđa se da će broj korisnika mobilnih telefona doseći 4,68 milijardi, [3].

Početkom 2014. korisnici mobilnih telefona i tableta generirali su oko 2 EB podatkovnog prometa. Početkom 2017., ta brojka se učetverostručila te je dosegla razinu od 8 EB podatkovnog prometa. 2017., zabilježeno je 3,394 milijardi korisnika mobilnog interneta, te je bilo više korisnika mobilnog interneta u odnosu na korisnike koji internetu pristupaju putem računala, [4].

2.1 Karakteristike uređaja

Ističe se pet faktora koji utječu na količinu generiranog podatkovnog prometa mobilnih terminalnih uređaja. Ti faktori su veličina i rezolucija zaslona, operativni sustav, postavke uređaja, kategorije uređaja, mogućnosti web preglednika, [5].

2.1.1 Veličina i rezolucija zaslona

Količina generiranog mobilnog podatkovnog prometa ovisi o veličini i rezoluciji zaslona uređaja. Prema [6], postoje korelacije koju ukazuju da povećanje zaslona utječe na količinu generiranog mobilnog podatkovnog prometa. Glavni uzroci povećanja generiranja podatkovnog prometa su pregledavanje videozapisa i društvene mreže. Korištenje pametnih telefona sa zaslonima veće rezolucije rezultira većom količinom generiranog podatkovnog prometa, [6].

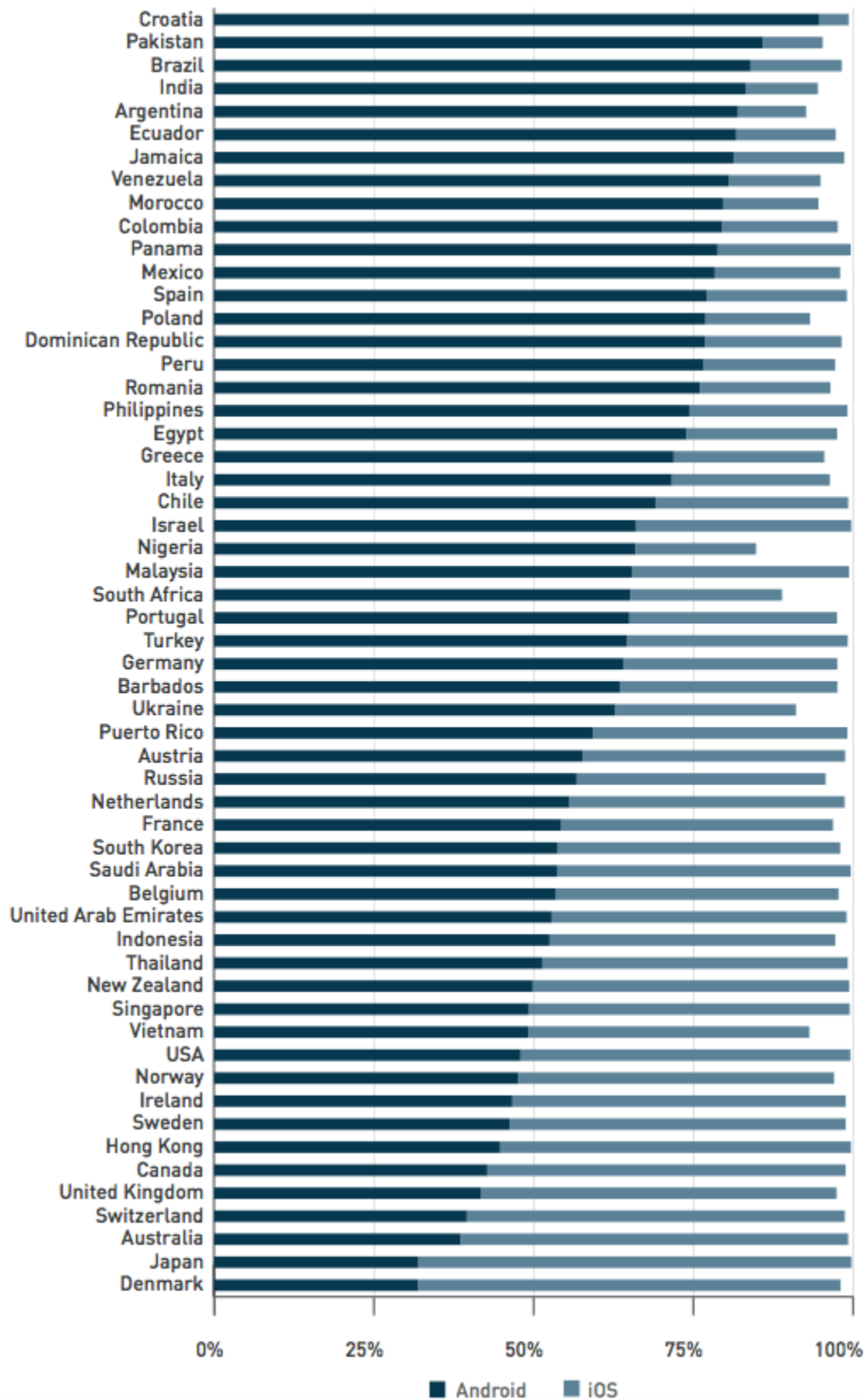
Veliki utjecaj na količinu generiranog podatkovnog prometa ima i rezolucija. Naime, nije svejedno ako korisnik na svom uređaju pregledava videozapis u rezoluciji od 720, 1080p, 4K ili 8K. Rezolucija od 720p označava da je 1280 x 720 piksela posloženo horizontalno i vertikalno na zaslonu. Ova rezolucija nosi oznaku HD (eng. *High-Definition*), te je najveći broj videozapisa na YouTube-u dostupan u ovoj rezoluciji. 1080p označava omjer piksela u iznosu 1920 x 1080. Ova rezolucija se naziva FHD (eng. *Full High-Definition*), također postoji veliki broj videozapisa na YouTube-u koji su dostupni u ovoj rezoluciji. 4K rezolucija ima omjer 3840 x 2460, te nosi naziv UHD (eng. *Ultra High-Definition*). To je velika rezolucija zaslona i dostupna je na novim TV uređajima i monitorima računala. 8K rezolucija sadrži omjer 7680 x 4320. 8K omogućuje 16 puta više piksela u odnosu na 1080p, te je dostupna samo na skupocjenim TV uređajima Samsung-a i LG-a, [7].

Rezolucija od 480p postavljena je kao standardna rezolucija za emitiranje i pregledavanje videozapisa putem mobilne mreže. Standardiziranjem rezolucije na 480p za videozapise optimizira se generiranje podatkovnog prometa. Za pregledavanje videozapisa u većoj kvaliteti kao što su HD ili FHD preporučuje se spajanje mobilnih uređaja na Wi-Fi (eng. *Wireless Fidelity*) mrežu, kako bi se spriječilo povećanje generiranja mobilnog podatkovnog prometa, [8].

2.1.2 Operativni sustav

Operativni sustav je softver na terminalnim uređajima koji upravlja načinom korištenja različitih hardverskih programa. Primjeri operacijskih sustava su Android, iOS, Windows, BlackBerry, [9].

Najkorišteniji operativni sustavi (*Operating System* – OS) mobilnih uređaja u svijetu su Android i iOS. Neki korisnici više naginju ka Android-i, a neki prema iOS-u, s toga je na slici 1., prikazana korištenost ovih dvaju operativnih sustava u svijetu, [10].



Slika 1. Korištenost Android i iOS uređaja u svijetu, Izvor: [10]

Na slici 1, vidljivo je kako u Hrvatskoj oko 90% korisnika koristi mobilne uređaje s Android OS-om, dok u Danskoj oko 70% korisnika koristi mobilne uređaje s iOS operativnim sustavom.

Korisnici iPhone uređaja generiraju veće količine podatkovnog prometa u odnosu na korisnike Android uređaja, a kao glavni razlog tome je što preglednici na drugim OS-ovima koriste automatsku kompresiju podataka, dok to kod iOS-a nije slučaj. iPhone je „privlačniji“ korisnicima te ima više dodataka, korisnici iPhone uređaja više vremena provode na iPhone-u, nego na drugim uređajima. Zatim, iPhone uređaji imaju veću specifikaciju za reprodukciju medija nego mnogi drugi uređaji. Kvalitetno multimedijско iskustvo potiče bolje korisničko iskustvo, ali i generira veću količinu podatkovnog prometa. Također, prebacivanje s mobilnog podatkovnog prometa na Wi-Fi je češće kod iPhone uređaja nego kod Android uređaja, jer iPhone više „gladan“ podatkovnog prometa, [11].

Android operativni sustav je najčešće primjenjivani operativni sustav (*Operating System* – OS) na pametnim telefonima. Uz sve veći rast korištenja terminalnih uređaja bilježi se i sve veća primjena Android OS. Android OS dolazi s ugrađenim alatom za praćenje generiranog podatkovnog prometa upotrebom Wi-Fi mreže kao i mobilnog podatkovnog prometa, te također ima mogućnost bilježenja podatkovnog prometa koji generiraju aplikacije. U slučaju pojave aplikacije koja nam zauzima podatke u pozadini i ubrzava trošenje baterije uređaja, imamo mogućnost isključivanja pozadinskih podataka za određenu aplikaciju te za sve aplikacije, [12].

2.1.3 Postavke uređaja

Najlakši način za provjeru generiranog podatkovnog prometa je da se prijavimo na web stranicu našeg mobilnog operatora. Android uređaji dolaze i s ugrađenim programom za praćenje podataka koji može pratiti ukupnu upotrebu mobilne i Wi-Fi veze, kao i upotrebu za pojedinačne aplikacije. Ovaj alat je dosljedan i djelotvoran. Postoje aplikacije koje generiraju podatkovni promet u pozadini, a time također troše i bateriju mobilnog uređaja. Postoji opcija kojom je moguće isključiti pozadinske podatke za svaku aplikaciju pojedinačno, također postoji mogućnost da u slučaju ako više aplikacija odjednom generira pozadinske podatke, da se isključe svi pozadinski podaci. Također, većina podataka za prijenos podataka iz aplikacija i usluga se sinkroniziraju u pozadini. To se posebno odnosi na Google-ove usluge, ali i mnoge druge aplikacije imaju upravljive postavke sinkronizacije unutar postavki mobilnih uređaja te je unutar tih postavki moguće isključiti opcije sinkronizacije za aplikacije, [12]. Slika 2. prikazuje ostvareni podatkovni promet i postavljeno podatkovno ograničenje.



Slika 2. Prikaz ostvarenog podatkovnog prometa i postavljenog podatkovnog ograničenja,
Izvor: [Autor]

Na slici 2, može se vidjeti količinu generiranog podatkovnog prometa koja je ostvarena. Na lijevoj slici vidljivo je kako količina generiranog podatkovnog u razdoblju od 17. travnja do 15. svibnja iznosi 18,25 GB, sa slike je također vidljivo kako su aplikacije Opera Mini, Instagram i YouTube generirale najveću količinu navedenog podatkovnog prometa. Na desnoj vidljivo je kako je razdoblje u od 1. travnja do 30. travnja generirano 8,56 GB primjenom mobilnog podatkovnog prometa. Na slici je vidljivo kako su aplikacije Instagram i Opera Mini generirale najveću količinu podatkovnog prometa.

2.1.4 Kategorije uređaja

Današnji mobilni uređaji su višenamjenski uređaji koji mogu ugostiti širok raspon aplikacija za poslovnu i potrošačku upotrebu. Pametni telefoni i tableti omogućuju ljudima, među ostalom korištenje svojih mobilnih uređaja za pristup internetu za e-poštu, razmjenu trenutnih poruka, slanje tekstualnih poruka, pregledavanje dokumenata i, telefonske pozive. Mobilni uređaji često se doživljavaju kao proširenje osobnog ili prijenosnog računala, a u nekim slučajevima noviji i snažniji mobilni uređaji mogu čak u potpunosti zamijeniti računala, [13]. Uređaje možemo podijeliti na četiri osnovne skupine.

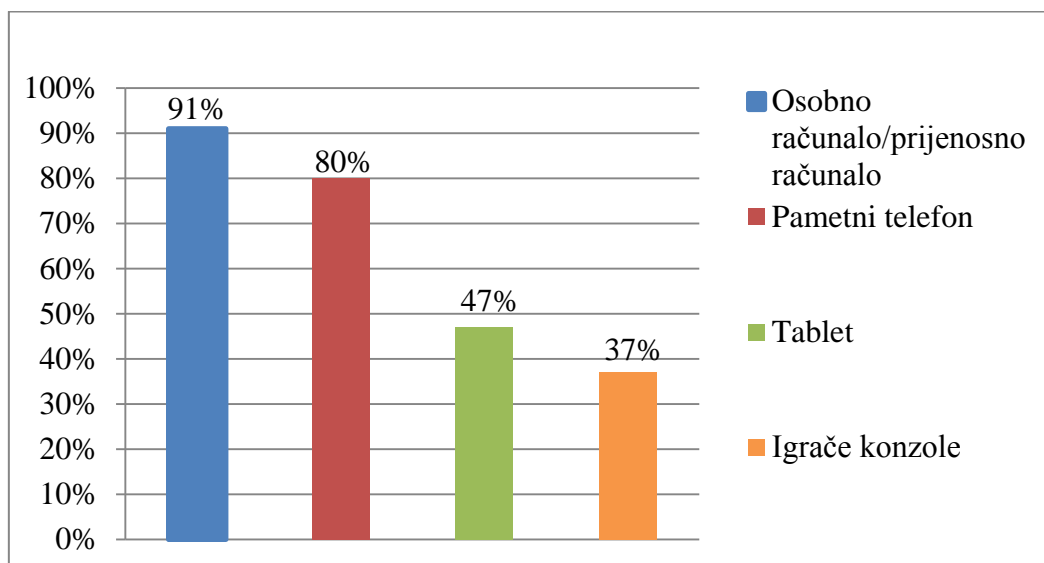
Prvu skupinu čine pametni telefoni. Pametni telefon je mobilni uređaj koji se zasniva na operativnom sustavu, s naprednijim računalnim mogućnostima i mogućnostima povezivanja telefona. Kada su pametni telefoni prvu put postali dostupni na tržištu, kombinirali su funkcije PDA (eng. *Personal Digital Assistant*) i mobilnih telefona. Razvojem uređaja, značajke kao što su kamere GPS (eng. *Global Positioning System*) i multimedijske usluge učinili su ove uređaje još moćnijima. Današnji pametni telefoni imaju zaslone visoke rezolucije osjetljive na dodir i Web preglednike koji imaju mogućnost prikaza Web-lokacija. Preglednici pametnih telefona slični su preglednicima na računalu i mogu prikazati širok skup HTML5 specifikacija. Operativni sustavi pametnih telefona olakšavaju preuzimanje mobilnih aplikacija svojim korisnicima.

Drugu skupinu čine multimedijски telefoni. Multimedijски telefoni nude više funkcionalnosti od klasičnih telefona, ali opet manje funkcionalnosti nego pametni telefoni. Multimedijски telefoni su obično opremljeni osnovnim značajkama kao što su kamera visoke rezolucije, visokokvalitetni zvuk i nekoliko aplikacija kao što su MMS (eng. *Multimedia Messaging Service*).

Klasični telefoni predstavljaju treću skupinu. Oni pružaju usluge razmjene standardnih tekstualnih poruka i usluge glasovnih poziva, zajedno s osnovnim multimedijским i internetskim mogućnostima, dok neki uređaji imaju čak zaslon osjetljiv na dodir i mogućnost povezivanja na 3G mrežu. Kao nedostatak ovih uređaja ističe se što njihovim preglednicima nedostaje mogućnost prikazivanja stranica kodiranih pomoću standardnog HTML (eng. *HyperText Markup Language*) jezika.

Četvrtu skupinu čine tableti. Tableti su se prvi put pojavili na tržištu devedesetih godina prošlog stoljeća. Ovaj tip uređaja ima veći zaslon od mobilnih uređaja. Baziraju se na Android i iOS softveru, što korisnicima omogućuje jednostavno preuzimanje aplikacija, [14]. Grafikon 3. Prikazuje koje uređaje korisnici najčešće koriste kako bi ostvarili pristup internetu.

Grafikon 3. Najkorišteniji uređaji za pristup internetu



Izvor: [14]

S grafikona 3, vidljivo je kako najveći broj korisnika za pregledavanje interneta preferira korištenje osobnih ili prijenosnih računala, nakon njih su pametni telefoni, zatim tableti te igrače konzole.

2.1.5 Mogućnosti web preglednika

Kada korisnici nemaju neograničen mobilni podatkovni promet na svojim mobilnim uređajima, većina njih pazi na svaki MB (eng. *MegaByte*) podatkovnog prometa. Mobilni preglednici kao što su Google Chrome i Opera Mini nude mogućnost kompresije podataka, koja omogućuje manje generiranje podatkovnog prometa. Prilikom učitavanja web stranice na mobilnom uređaju, preglednik se izravno povezuje s web poslužiteljom koji šalje web stranicu koju su korisnici zatražili. Uključivanjem kompresije podataka, kada preglednik učitava web stranicu, najprije se šalje zahtjev na Google ili Opera poslužitelje. Njihovi poslužitelji zatim preuzimaju stranicu koju su korisnici zatražili i sve njene slike i ostale sadržaje. Oni komprimiraju web stranicu na svojim poslužiteljima, tako da zauzimaju manje prostora, i potom ih šalju na uređaje korisnika. Ovaj postupak je dobar način kako generirati manje podatkovnog prometa na mobilnim uređajima, [15].

2.2 Karakteristike informacijsko-komunikacije mreže

Kao karakteristike informacijsko-komunikacijske mreže ističu se tri faktora koja utječu na količinu generiranog podatkovnog prometa. Ti faktori su generacije mobilnih mreža i njihova komunikacijska tehnologija, ažuriranje sustava i aplikacija, te komplementarne pristupne mreže.

2.2.1 Generacije mobilnih mreža i njihove komunikacijske tehnologije

Razlikujemo četiri generacije mobilnih mreža, a to su 1G, 2G, 3G i 4G. Oznaka G označava generaciju o kojoj se radi, također u planu je uvođenje i 5G, odnosno pete generacije mobilne mreže, ali još nije definiran datum njezina uvođenja.

Prvu generaciju mobilne mreže definira frekvencijsko područje od 150MHz i 900MHz (eng. *MegaHertz*). Ova mreža je bila prvi oblik bežične komunikacije, te se primjenjivala od 1980. do 1990. godine. Primjenjivana je analogna tehnologija te je imala lošu kvalitetu prijenosa glasa. Mobilni uređaji bili su velikih dimenzija, te je njihova baterija imala kratak životni vijek, [16]. 1G mreža bila je prva mreža koja je omogućila bežični prijenos podataka uz pomoć analognih signala. Maksimalna brzina prijenosa podataka je 2,4 KB/s (eng. *Kilobyte/second*), [17]. Prva generacija mobilne mreže razvijena je u Japanu od strane Nippon Telephone and Telegraph company u Tokyu 1979. godine. Tijekom 1980-ih stekli su veliku popularnost u Americi, Finskoj, Ujedinjenom Kraljevstvu i Europi. Najpopularniji proizvođači 1G uređaja bili su AMPS (eng. *Advanced Mobile Phone System*), NMTS (eng. *Nordic Mobile Phone System*), TACS (eng. *Total Access Communication System*) i ETACS (eng. *European Total Access Communication System*). Uređaji su imale velike nedostatke zbog tehničke limitiranosti, [18].

2G, odnosno druga generacija mobilne mreže, je ujedno prva mobilna mreža koja je počela primjenjivati digitalne signale. Pokrenuta je u Finskoj 1991. godine i primjenjivala je GSM (eng. *Global System for Mobile Communications*), [17]. GSM tehnologija postala je standardna tehnologija za razvoj daljnjih bežičnih standarda. Uz pomoć GSM-a brzina prijenosa podataka postizala je brzinu do 64 kbps, a upravo je ta brzina potrebna za razmjenu SMS (eng. *Short Message Service*) poruka i elektronske pošte. Kako bi se postigle veće brzine prijenosa započela je primjena GPRS-a (eng. *General Packet Radio Service*). Uz pomoć GPRS-a brzina prijenosa dostizala je iznos od 171 kbps. Mobilne mreže koje primjenjuju GPRS poznatije su pod naziv 2,5G. Promjenom EDGE-a (eng. *Enhanced Data GSM Evolution*) mobilne mreže postizale su brzinu prijenosa od 473,6 kbps. Ove mreže poznatije su pod nazivom 2,75G, [18]. Glavne prednosti 2G mreže su kriptiranje poziva, pristup internetu, roaming i uređaji s ugrađenom kamerom [16].

Mreža treće generacije je pokrenuta 2000. godine. Ovom mrežom značajno je povećana brzina prijenosa podataka te je dostizala brzinu od 144 kbps do 2 Mb/s (eng. *Megabit/second*), [16]. Treća generacija započela je uvođenjem UMTS-a (eng. *Universal Mobile Telecommunication System*), time je bilo po prvi puta moguće ostvariti videopoziv na mobilnom uređaju. Kako bi se povećale brzine prijenosa unutar 3G mreže uvedene su dvije nove tehnologije HSDPA (eng. *High Speed Downlink Packet Access*) i HSUPA (eng. *High Speed Uplink Packet Access*). Glavna obilježja 3G mreže su znatno veće brzine prijenosa u odnosu na 2G, mogućnost videopoziva, unaprijeđena sigurnost, veća pokrivenost signalom i praćenje lokacije, [18].

Upotreba mreže četvrte generacije započela je 2010. godine, te je omogućena brzina prijenosa podataka od 100 Mb/s do 1 Gb/s (eng. *Gigabits per second*) i IP (eng. *Internet Protocol*) telefoniju, [17]. 4G je razvijen od strane IEEE (eng. *Institute of Electrical and*

Electronics Engineers) kako bi se postigle veće brzine prijenosa podataka i naprednije multimedijske usluge. Sve usluge, pa tako i govorne usluge mogu se prenositi pomoću IP paketa. Četvrtom generacijom mobilne mreže povećana je sigurnost i mobilnost, omogućeno je emitiranje video zapisa i igranje igrice u HD-u. Kao nedostaci ove generacije ističu se visoke cijene infrastrukture, [18].

5G je bežična mreža pete generacije koja će moći upravljati većim brzinama prijenosa podataka. Mreža će nuditi stabilne i prilagodljive usluge, te pametniju, bržu i učinkovitiju mrežu. Mreža je dizajnirana za pametan svijet kao što su pametni gradovi, pametno zdravstvo, pametan prijevoz, a najvažnije ideja mreže je IoT-u (eng. *Internet of Things*). S obzirom na sve veće zahtjeve mreže, mreža mora biti učinkovita i isplativa. Uvođenjem 5G mreže trebala bi se podržati mobilnost, te ostvariti bolja mobilnost, bolja pokrivenost signalom, veća energetska učinkovitost, te pouzdanost i sigurnost, [19].

2.2.2 Ažuriranje sustava i aplikacija

Veliki broj korisnika mobilnih uređaja nije svjesno koliku količinu podatkovnog prometa njihovi uređaji generiraju, niti na koji način generiraju. Generiranje podatkovnog prometa nije uvijek inicirano pregledom web sadržaja, preuzimanjem aplikacija ili pregledavanjem video zapisa, [20].

Ažuriranja donose najnovije verzije aplikacija, a one su važne iz nekoliko razloga. Popravljaju sigurnosne propuste u starijim verzijama aplikacija i softvera te tako povećavaju sigurnost. Nove verzije popravljaju i druge greške poput rješavanja padova koji se mogu desiti ili omogućiti ispravno funkcioniranje čime se povećava stabilnost. Ažuriranjem se dodaju nove značajke te se povećava učinkovitost softvera, [21].

Većina ljudi u današnje vrijeme koriste neki oblik društvene mreže. Ažuriranje naslovnice Twittera generira manje podatkovnog prometa nego što je očekivano, a to iznosi svega 70 KB (eng. *Kilobyte*). Ako dnevno desetak puta osvježimo naslovnicu Twittera generira se manje od jednog MB (eng. *Megabyte*) podatkovnog prometa, a samo oko 20 MB na mjesečnoj razini. Kod aplikacije Facebook bilježi se veća količina generiranog podatkovnog prometa. Ažuriranje naslovnice aplikacije Facebook generira se gotovo 200 KB podatkovnog prometa. Ako dnevno osvježimo naslovnicu Facebook-a deset puta generira se 2 MB podatkovnog prometa dnevno, što na mjesečnoj razini doseže iznos od oko 60 Mb podatkovnog prometa. U usporedbi s Twitterom ti je značajno veća količina podatkovnog prometa, [22].

2.2.3 Komplementarne pristupne mreže

Wi-Fi je jedna od najvažnijih tehnoloških dostignuća modernog doba. To je standard za bežično umrežavanje koji korisnicima omogućava povezivanje na internet bez potrošnje njihovog mobilnog podatkovnog prometa. Wi-Fi je tehnologija koja se zasniva na radio prijenosu koja je građena na skupu standarda kako bi se omogućila brza i sigurna veza između različitih digitalnih uređaja, pristupnih točaka i hardvera. Može raditi na malim i velikim udaljenostima, može biti zaključan i osiguran ili otvoren i slobodan, [23].

Iako se Wi-Fi obično koristi za pristup internetu na prijenosnim uređajima kao što su pametni telefoni, tableti ili prijenosa računala, zapravo se Wi-Fi koristi za povezivanje s usmjerivačem ili drugom pristupnom točkom preko koje se omogućuje pristup internetu. Umjesto korištenja žičanih veza kao što je Ethernet, Wi-Fi koristi radio valove za prijenos informacija na određenim frekvencijama koje se najčešće 2,4 GHz i 5 GHz (eng. *Gigahertz*). Svaki frekvencijski raspon ima brojne kanale na kojima bežični uređaji mogu raditi. Tipičan raspon standardne Wi-Fi mreže može doseći i do 100 metara na otvorenom prostoru. Zgrade i drugi materijali reflektiraju signal. Jačina antene i emitiranje frekvencije također mogu utjecati na djelotvoran domet mreže. Veće frekvencije poput 5 GHz i 60 GHz imaju daleko kraće efektivne raspone od 2,4 GHz, [23].

2019. godine Wi-Fi uređaji su posvuda. Većina usmjerivača omogućuje Wi-Fi povezivost i gotovo svaki proizvod s pametnim funkcijama oslanja se na njega za stalnu i jaku vezu s internetom. Gotovo svi moderni pametni telefoni ga podržavaju, baš kao i tableti, prijenosna računala i neka stolna računala. Može se dodati i na računala pomoću hardverskih priključaka, odnosno USB (eng. *Universal Serial Bus*) dongl-ova. Pametni televizijski uređaji uvijek dolaze s podrškom za Wi-Fi povezivanje, ali i mnogi IoT uređaji kao što su pametni hladnjaci i kamere. Slučajevi upotrebe Wi-Fi mreže bilježe široke lepeze povezanih usluga kao što su pisači, skeneri, satovi, igraće konzole ili automobili, [23].

802.11 predstavlja oznaku IEEE za bežično umrežavanje. U okviru 802.11 standarda postoji nekoliko specifikacija za bežično umrežavanje, a najpoznatiji su 802.11, 802.11a, 802.11b, 802.11g i 802.11n, [24]. Tablica 1, prikazuje značajke 802.11 standarda.

Tablica 1. Pregled značajki 802.11 standarda, Izvor: [24], [25]

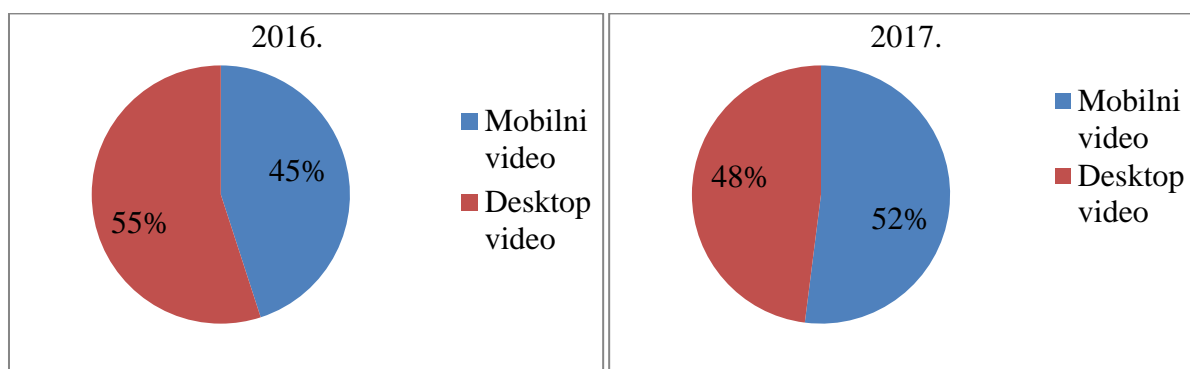
IEEE standard	Frekvencija	Brzina prijenosa	Raspon	Karakteristika
802.11	2,4 GHz	1 do 2 Mb/s	20 stopa, oko 6 metara u zatvorenom prostoru.	Bežični LAN MAC (eng. <i>Local Area Network Media Access Control</i>) i fizički sloj specifikacija.
802.11a	5 GHz	Do 54 Mb/s	25 do 75 stopa, oko 7,5 do 23 metra u zatvorenom prostoru. Na raspon utječu građevine.	Koristi OFDM (eng. <i>Orthogonal Frequency Division Multiplexing</i>).
802.11b	2,4 GHz	Do 11 Mb/s	150 stopa, oko 45 metara u zatvorenom prostoru. Na raspon utječu građevine.	Poboljšanje standarda 802.11 koji je dodao veće brzine prijenosa.
802.11g	2,4 GHz	Do 54 Mb/s	150 stopa, oko 45 metara u zatvorenom prostoru. Na raspon utječu građevine.	Proširuje maksimalnu brzinu prijenosa podataka za WLAN (eng. <i>Wireless Local Area Network</i>) uređaje.
802.11n	2,4/5 GHz	Do 600 Mb/s	Više od 175 stopa, više od 50 metara u zatvorenom prostoru. Na raspon utječu građevine.	Omogućuje MIMO (eng. <i>Multiple Input Multiple Output</i>).

Tablica 1, prikazuje najpoznatije 802.11 standarde, frekvencije na kojima rade, brzinu prijenosa podataka koju pružaju, njihov raspon te osnovnu karakteristiku.

3. Mobilni video kao dominantni segment podatkovnog prometa

Video ekosustav nikad nije bio kompliciraniji. Postoji veliki broj izvora stvaranja sadržaja, distribucijske platforme i kanali potrošnje, te kao rezultat toga je povećano vrijeme gledanja videozapisa. Dok tradicionalni TV i dalje dominira prohodom od video oglasa, digitalni videozapis, a naročito mobilni videozapis je najbrže rastući tip videozapisa prema količini generiranog podatkovnog prometa. Iako su se mogućnosti dosezanja i uključivanja gledatelja povećale kroz mnoštvo video dodirnih točaka, i dalje postoje izazovi na tradicionalnim televizijskim i digitalnim video platformama zbog promjena u ponašanju potrošača i pojave novih tehnologija kao što su automatizacija i društvene mreže i aplikacije koje podržavaju razmjenu i emitiranje videozapisa, [26]. Grafikon 4 i 5 prikazuju prihode koji su ostvareni videozapisima 2016. i 2017. godine.

Grafikon 4. Prihod od videozapisa 2016. i 2017. godine



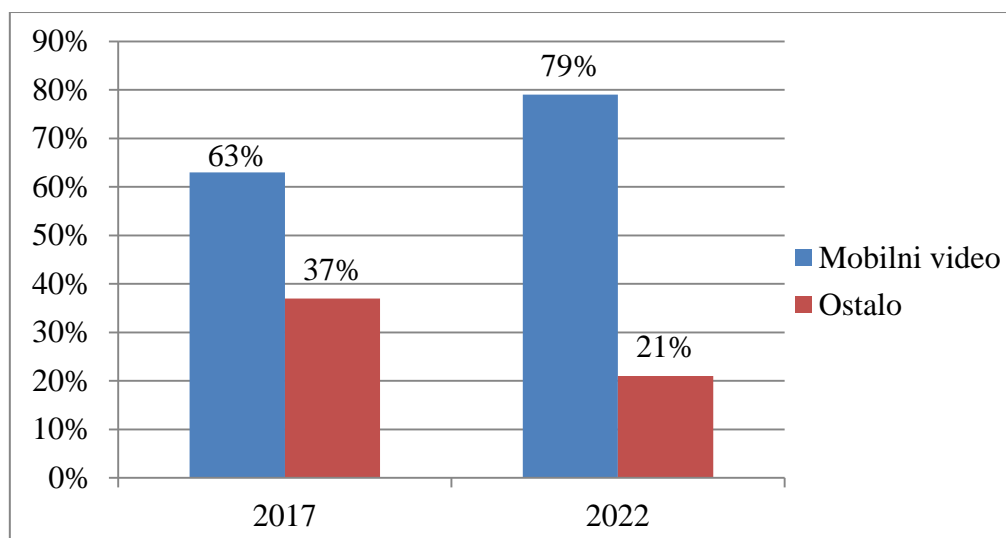
Izvor: [26]

S grafikona 4 vidljivi su ostvareni prihodi od videozapisa za 2016. Desktop videozapisi, odnosno videozapisi koji su pregledavani na računalima i TV uređajima ostvarili su udio od 55% ukupnog ostvarenog prihoda, dok su mobilni videozapisi činili udio od 45% ukupnih prihoda. Ostvareni prihod od videozapisa za 2017. Desktop videozapis je u odnosu na 2016., zabilježio pad prihoda te je činio 48% prihoda, dok mobilni videozapisi čine 52% ukupnih prihoda.

Mobilni videosadržaj čini 63%, odnosno gotovo dvije trećine ukupnog generiranog mobilnog podatkovnog prometa, a do 2022., trebao bi činiti oko 79% ukupnog mobilnog podatkovnog prometa, kao što je to prikazano na grafikonu 6. Prema analitičarima, glavni uzrok globalnog porasta mobilnog video sadržaja, a osobito na mobilnim telefonima potaknut je ulaganjem u društvene videozapise i sve više mobilnih platformi za SVOD (eng. *Subscription Video On Demand*). Facebook, Instagram, Twitter i Snapchat već imaju bogatu količinu video zapisa, a svaki od njih otvoreno ulaže u nove video formate, kao što su objavljivanje priča i povećanje trajanja videozapisa. Video streaming usluge također su veliki poticaj za rast mobilnog videa. Netflix, Hulu i Amazon Prime Video prepoznali su kako mnogi korisnici koriste svoj pametni telefon kao primarni uređaj za streaming videozapisa, što je posebno istaknuto kod korisnika u azijskim i istočnoazijskim zemljama. Za tvrtku kao što je Netflix, gdje je oko 35% globalnih prijava ostvareno putem mobilnih uređaja, postoji jak

razlog za inovacije i poboljšanje mobilnog korisničkog iskustava, što će produžiti rast upotrebe mobilnih video podataka. Azijsko tržište bilježi veliki porast, a mnogo korisnici svoje mobilne uređaje koriste kao primarne zaslone ne samo na informacije, već i za zabavne usluge. Pretpostavlja se da će mobilni podatkovni promet u azijsko-pacifičkoj regiji do 2022. porasti za 49%, a Latinska Amerika za 43%. Bliski Istok i Afrika imat će najveći rast mobilnog podatkovnog prometa u odnosu na druge regije te će iznositi 56%, [27].

Grafikon 5. Udio mobilnog video sadržaja ukupnog generiranog mobilnog podatkovnog prometa 2017. i 2022.



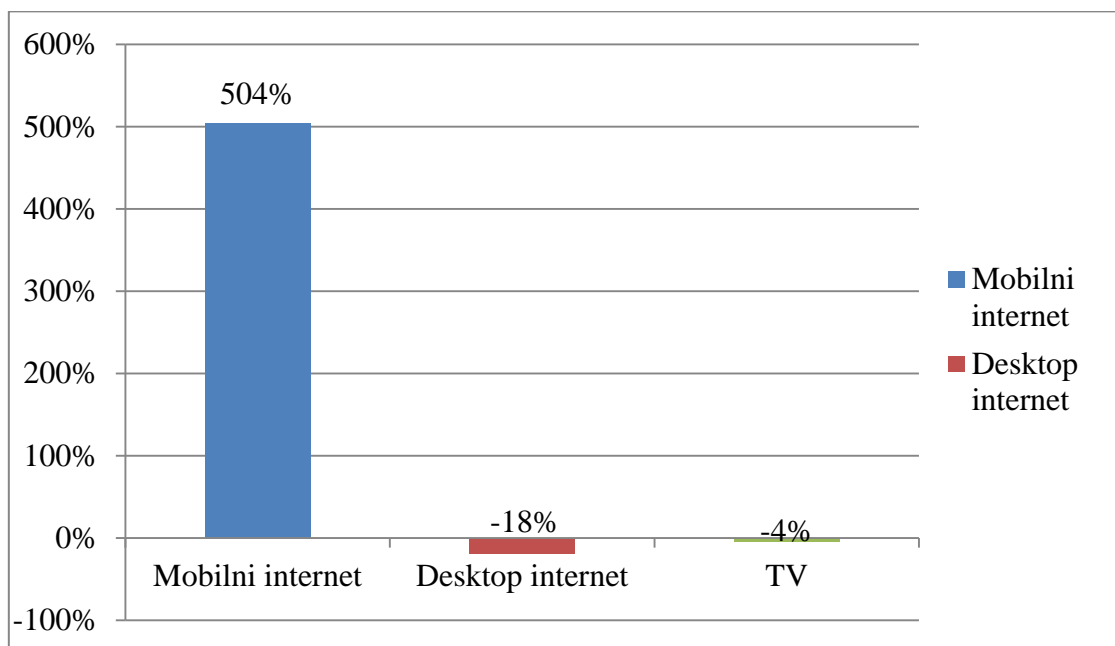
Izvor: [27]

S grafikona 6 vidljivo je da mobilni video sadržaj u 2017., čini 63% od ukupno generiranog mobilnog podatkovnog prometa, a preostalih 37% čine drugi sadržaji. 2022., predviđa se da će mobilni video sadržaji činiti čak 79% od ukupno generiranog mobilnog podatkovnog prometa, dok će ostali sadržaji činiti 21%.

Količina generiranog mobilnog podatkovnog prometa povećala se za 504% od 2011. godine, kao što je to prikazano na grafikonu 7. Jedan od glavnih razloga tome je što više od polovice video streaminga dolazi upravo od mobilnih uređaja. Pametni telefoni i tableti ušli su u svakodnevni život korisnika, pa stoga ne čudi da mobilni podatkovni promet prelazi od 50% tržišnog udjela. Broj korisnika društvenih mreža ubrzano se širi, te je 2017. zabilježeno 2,46 milijardi korisnika, a predviđa se da će broj korisnika društvenih mreža 2021. doseći 3,02 milijardi, više od trećine cjelokupne populacije Zemlje. YouTube je odgovoran za 37% ukupno generiranog mobilnog podatkovnog prometa dok je Facebook odgovoran za 8,4%, a Instagram za 5,7%. Razlog tome je što YouTube sadrži samo video sadržaje, dok Facebook i Instagram uz video sadržaje u velikoj mjeri sadrže i fotografije, a pregledavanje fotografija generirana manje podatkovnog prometa od pregledavanje videozapisa. U današnje vrijeme 70% svih videozapisa na YouTube-u pregledava se putem mobilnih uređaja. Procjene prometa web-lokacije ukazuju da se na YouTube-u svaki dan pregleda milijarda videozapisa putem mobilnih uređaja. U SAD-u usluga YouTube-a bila je najpopularnija usluga mobilnog

pregledavanja videozapisa 2018., sa 69% ukupne gledanosti dok je na drugom Netflix s 38,4%, [3].

Grafikon 6. Povećanje generiranog mobilnog podatkovnog prometa od 2011.



Izvor: [3]

Grafikon 7, prikazuje povećanje generiranog mobilnog podatkovnog prometa od 2011. S grafikona je vidljivo povećanje 2011. za 504%, dok su u međuvremenu usluge desktop interneta i TV-a zabilježile pad od 18% i od 4%.

3.1 Mobilni video općenito

Kvaliteta videozapisa, iz perspektive krajnjeg korisnika određena je s trima čimbenicima: kvalitetom slike, neprekidnom reprodukcijom i vremenom čekanja za početak reprodukcije videozapisa. Kvaliteta slike kontrolirana je od strane davatelja sadržaja koji postavljaju razlučivost videozapisa i strategije kompresije. Vrijeme za početak reprodukcije također je kontrolirano od strane davatelja sadržaja. Dobro osmišljene strategije isporuke videozapisa mogu osigurati da korisnik uživa maksimalni QoE (eng. *Quality of Experience*). Usluge streaminga videozapisa, bilo da se radi o videozapisima na zahtjev ili o videopozivima uživo, ubrzo su postali čest razlog uporabe mobilnih telefona. Ove usluge omogućuju visoko učinkoviti algoritmi kompresije, brzo šireći propusni opseg, naročito u mobilnim mrežama i naravno uređaji krajnjih korisnika sa zaslonima visoke razlučivosti, [28].

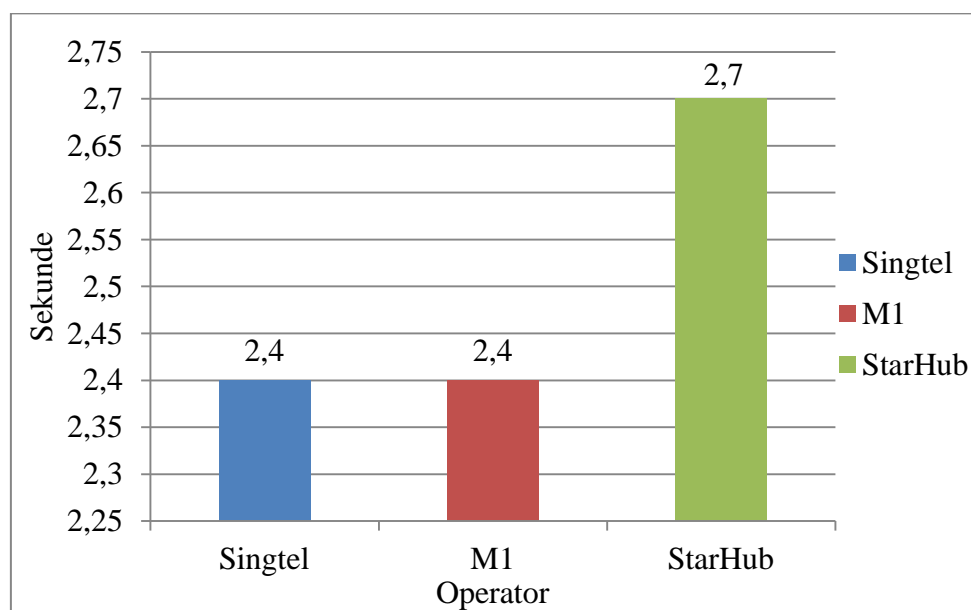
Implementacija 5G mreže imat će ogroman utjecaj na brojne aplikacije, ali najviše na mobilne videozapise. Sveukupna slika stanja mobilnih videozapisa u 2019., baca svjetlo na značajna pitanja koja operatori moraju riješiti kako bi osigurali kvalitetu iskustva potrebnu za mobilni videozapis na njihovim postojećim 4G mrežama, kao i za izgradnju 5G mreže. Naime kvaliteta isporuke (eng. QoD) identificirana je kao najvažniji faktor u svijesti korisnika. Izvješća ispituju kako i zašto će implementacija 5G mreže transformirati mobilne videozapise, a kao glavno objašnjenje navode se brže mobilne mreže s većim kapacitetom i nižom latencijom. Mobilni videozapisi čine 60% ukupnog mobilnog podatkovnog prometa, a operatori će implementacijom 5G mreže biti suočeni s nekoliko izazova. 5G mreža će biti prva iteracija mobilne mreže koja se nalazi u oblaku, omogućavat će veću granularnost u određivanju prioriteta usluga te će potaknut nova iskustva korisnika, [29].

S korisničke strane kvaliteta videozapisa je izravan pokazatelj kvalitete mreže, s toga je operatorima mogućnost kvalitetnog prijenosa videozapisa iznimno važna, te se u tome vidi sposobnost operatora za uvođenjem novih usluga na kojima se temelje ili koriste videozapisi. Operatorima je bitno da mogu testirati video usluge kako bi razumjeli kako njihovi korisnici doživljavaju videozapise. Prilikom pružanja video usluge bitna je osnovna isporuka videozapisa i metode isporuke videozapisa, analiza i način rada protokola koji omogućuju isporuku videozapisa, kako različite strategije isporuke rezultiraju upotrebom različitih mrežnih resursa, gdje i kako se odnose odluke o adaptivnoj brzini i kompresiji tijekom prijenosa, te video kodeci i tehnike kompresije. Kao najbolji pristup za potpuno tehničko objašnjenje testiranja videozapisa ističu se procjena razlučivosti i kvaliteta videozapisa, mjere kvalitete videozapisa temelje na slici, mjere kvalitete videozapisa temeljene na bitovnim tokovima i mjerni standardi kao što su ITU J.341 Vquad i J.343 Vmon, te usporedba video usluga na terenu, odnosno razumijevanje na koji način funkcionira mreža u odnosu na konkurente, [30].

U nedavnom izvješću Opensignal State of Mobile Video koji kombinira mjerenja u stvarnom svijetu sa znanstvenom analizom radi pružanja neovisnih uvida u mobilnu povezanost na globalnoj razini, pohvaljena su visoka dostignuća u Singapuru u području video doživljaj (eng. *Video Experience*). To je bila jedna od rijetkih zemalja koje su dobile vrlo dobre rezultate na njihovoj ljestvici ocjenjivanja video iskustva, te su sva tri glavna singapurska operatora zadovoljila visoki standard. Testiranje se provodilo na LTE mreži, te je

izračun video iskustva brzina na dvije glavne komponente, prva komponenta je 4G vrijeme učitavanja videozapisa, a drugo je 4G pojava učitavanja videozapisa. Vrijeme učitavanja 4G videozapisa prilično je razumljivo. To je prosječno vrijeme emitiranja videozapisa kako bi se zatim reproducirao preko LTE veze. Korisnici iz Singapura ne čekaju dugo kako bi im se videozapis učitao. Najduže vrijeme učitavanja bilo je na mreži StarHub-a iznosilo je 2,7 sekundi. Singtel i M1 bili su statistički vezani na 2,4 sekunde, te imaju brže učitavanje videozapisa u odnosu na StarHub, no razlike među operatorima su praktičke zanemarive. Brzine učitavanja videozapisa između ta tri video zapisa prikazane su na grafikonu 8.

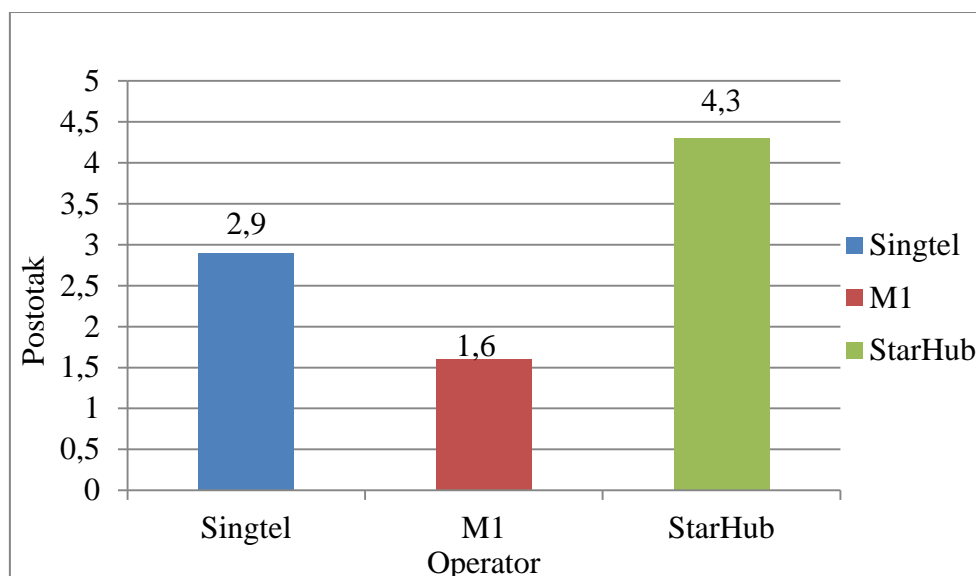
Grafikon 7. 4G vrijeme učitavanja videozapisa u Singapuru po operatorima



Izvor: [31]

Učitavanje videozapisa mjeri udio korisnika koji doživljavaju prekid reprodukcije nakon početka reprodukcije videozapisa. 10% učitavanja videozapisa nije neuobičajena pojava čak i u zemljama s naprednom 4G infrastrukturom, Singapurski operatori su ispod te oznake. StarHub je imao najveću stopu učitavanja u iznosu od 4,3%, Singtel 2,9%, dok je M1 imao rezultat od samo 1,6%. Navedeni podaci prikazani su na grafikonu 9.

Grafikon 8. Postotak učitavanja videozapisa



Izvor: [31]

Ni jedan faktor ne objašnjava zašto je kvaliteta mobilnog videa u Singapuru tako visoka. Singapur je jedna od najbržih zemalja na svijetu kada je u pitanju preuzimanje datoteka. Brzina ima određeni utjecaj na video iskustvo no brže nije uvijek i bolje kada je riječ o kvaliteti videozapisa. Zemlje s višim prosjekom brzine preuzimanja od Singapura često imaju lošije rezultate u analizi Video Experience-a. Latencija ima utjecaj na vrijeme učitavanja videozapisa, jer što je brže zahtjev za videozapisom prolazi kroz mrežu, to prije taj sadržaj počinje sa svojom reprodukcijom. Analiza je pokazala da su singapurski operatori među najboljima na svijetu u održavanju okretnih, nisko latentnih mreža. Videozapis je posebno osjetljiv na promjene u brzini prijenosa. Videozapis koji se reproducira bez poteškoća u jednom trenutku može ostati bez propusnosti, ako brzine naglo padnu zbog zagušenja mreže ili drugih faktora. U Singapuru su iste fluktuacije brzine kao i u drugim zemljama u kojima su provedena istraživanja, no razlika je u tome što su Singapurski operatori uspjeli održati čvrste veze unatoč fluktuacijama. Prema analizi, prosječna brzina preuzimanja nije se spustila ispod 41,4 Mb/s. Dosljedna veza od 40 Mb/s je i više nego dovoljna da podrži sve videozapise, osim najzahtjevnijih HD videozapisa, [31].

3.2 Generiranje podatkovnog prometa razmjenom videozapisa

Aplikacije za razmjenu uzastopnih poruka najpopularniji su mediji za slanje i pregledavanje videozapisa. Više od milijardu videozapisa dijeli se na dnevnoj bazi putem aplikacije WhatsApp. Korisnici očekuju da se razmjena videozapisa isporučuje odmah, kao što je to slučaj kod standardnih tekstualnih poruka. Ova potreba korisnika prisilila je programere za smanjenjem kvalitete videozapisa, kako bi se isporuka videozapisa izvršila u što kraćem roku. Iako su mobilni uređaji korisnika u stanju snimati videozapise u rezoluciji do 4K, videozapisi koji se šalju kreću se od 320p do 720p rezolucije, dok se većina poslanih videozapisa kreće u rezoluciji oko 480p.

S obzirom na brzo poboljšanje razlučivosti mobilni uređaja i široko prihvaćanje OLED (eng. *Organic Light-Emitting Diode*), samo je pitanje vremena kada će korisnici zahtijevati videozapise u rezoluciji od 1080p prilikom razmijene videozapisa putem aplikacija za razmjenu uzastopnih poruka. Programeri aplikacija nisu daleko od toga da korisnicima pruže to iskustvo, ne samo zbog kvalitete datoteka, već i zbog varijacija u mrežnim uvjetima. Jedna minuta videozapisa u rezoluciji od 1080p generira oko 100 MB podatkovnog prometa što se ne može tako lako optimizirati na mobilnom uređaju zbog ograničenja izvedbe, snage te zbog kašnjenja isporuke poruke. Optimiziranje na poslužitelju nije opcija zbog enkripcije s kraja na kraj. Značajke mobilnih mreža dodatno predstavljaju značajnu prepreku u trenutnom prikazivanju videozapisa. Čak i u slučaju raširene upotrebe 480p rezolucije, gdje videozapis u trajanju od jedne minute generira oko 12 Mb podatkovnog prometa, moglo bi biti varijacija u vremenu koje je potrebno za prijenos i preuzimanje videozapisa, [32].

Postupci koji većina korisnika radi sa svojim mobilnim telefonima, su ujedno i oni što generiraju najviše mobilnog podatkovnog prometa. To su streaming glazbe i videozapis. Moderni mobilni telefoni i streaming usluge napravljeni su jedni za druge. Telefoni mogu isporučiti visokokvalitetan sadržaj putem zaslona i njegovih audio komponenti, a služe kao što su YouTube, Netflix i Spotify kreirane su kako bi ih dostavili. Korisnici vole pregledavati videozapise na svojim telefonima, no pojavom HD video streaminga s visokom brzinom prijenosa podataka, znači i veće količine generiranog mobilnog podatkovnog prometa. Pregledavanje videozapisa generira mnogo više podatkovnog prometa u odnosu na emitiranje zvuka, razlog tome je što se pregledavanje videozapisa prenosi više informacija. Mrežni uvjeti igraju veliku ulogu u tome kako se mediji emitiraju jer su korisnici nestrpljivi ako trebaju čekati da se videozapis učita. Aplikacije su dovoljno pametne da zatraže videozapis koji će raditi s dostupnim mrežnim brzinama. Tablica 2, prikazuje koliku količinu mobilnog podatkovnog prometa po satu generira koja kvaliteta videozapisa.

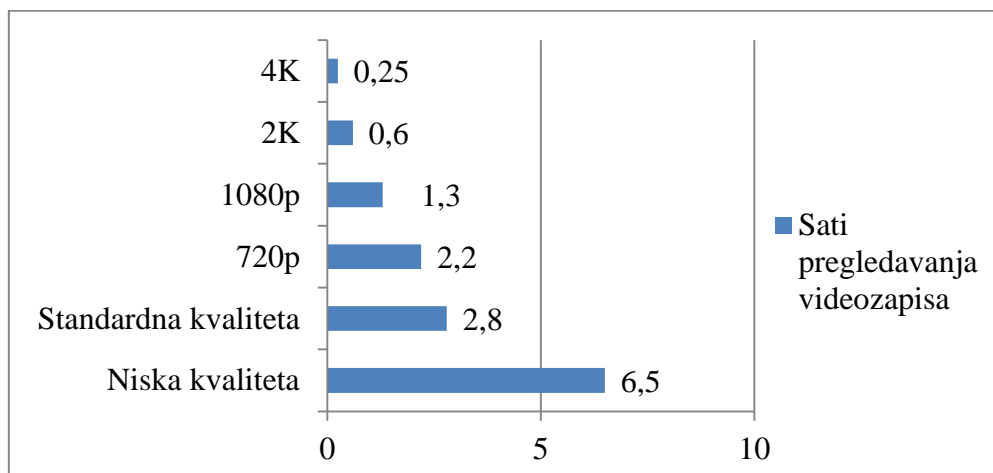
Tablica 2. Generirani mobilni podatkovni promet po satu u ovisnosti o kvaliteti videozapisa, Izvor: [33]

Kvaliteta videozapisa	Rezolucija	Generirani podatkovni promet
Niska kvaliteta	240p ili 320p	300 MB po satu
Standardna kvaliteta	480p	700 MB po satu
HD	720p , 1080p, 2K	900 MB, 1,5 GB, 3 GB po satu
UHD	4K	7,2 GB po satu

Iz tablice 2, vidljivo je da niska kvaliteta videozapisa generira najmanju količinu mobilnog podatkovnog prometa po satu, dok UHD kvaliteta videozapisa u odnosu na nisku kvalitetu videozapisa generira čak 24 puta mobilnog podatkovnog prometa po satu.

Najčešći paketi mobilnog podatkovnog prometa koji nije ograničen dolazi u paketima od 2 GB, 5 GB i 10 GB. Vremensko trajanje pregledavanja videozapisa koji omogućuju navedeni paketi prikazano je na grafikonima 10, 11 i 12.

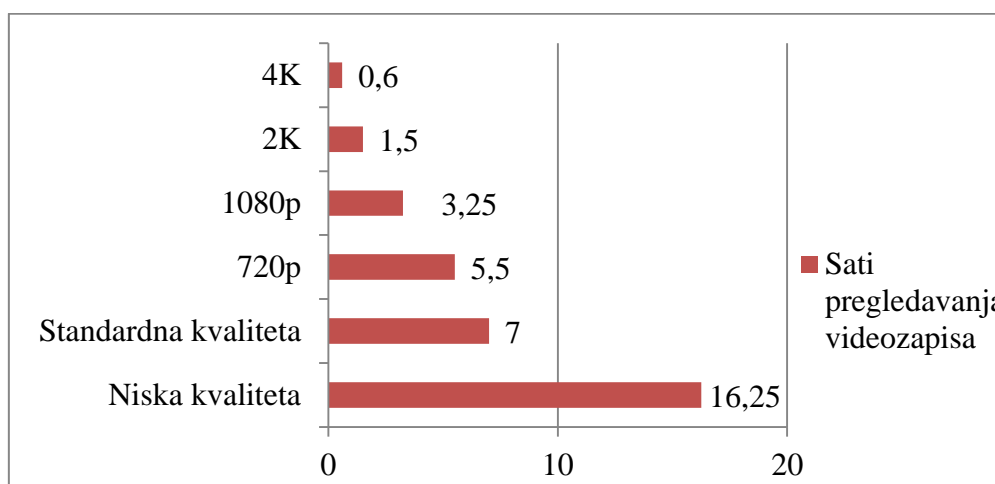
Grafikon 9. Vremensko trajanje prikazivanja videozapisa koji omogućuju paketi od 2 GB



Izvor: [33]

S grafikona 10 vidljivo je koliko je vremena moguće pregledavati videozapis određene kvalitete s paketom od 2 GB podatkovnog prometa. Sasvim je logično da je vremenski najdulje moguće pregledavati videozapise koji su niske kvalitete, pošto oni generiraju najmanju količinu podatkovnog prometa, a najkraće vrijeme pregledavanja moguće je za videozapise koji se pregledavaju u 4K kvaliteti, pošto oni generiraju najveću količinu podatkovnog prometa.

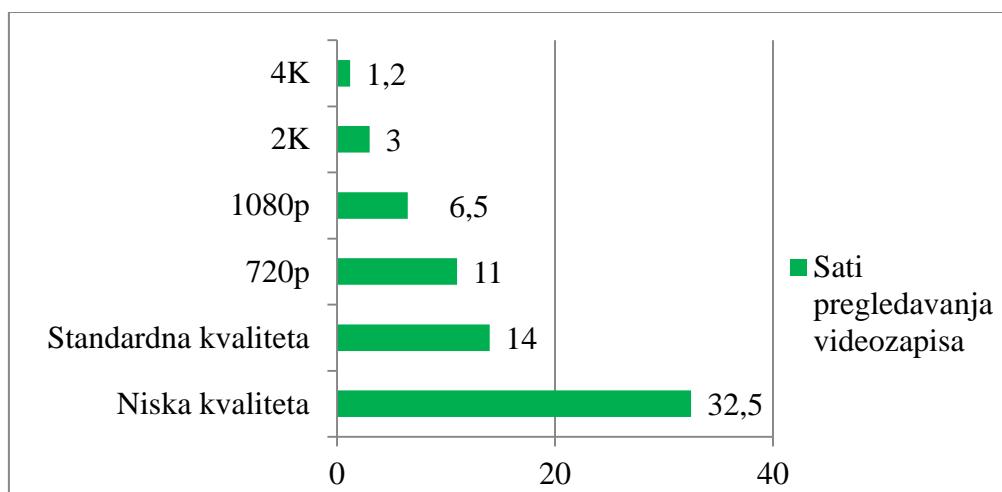
Grafikon 10. Vremensko trajanje prikazivanja videozapisa koji omogućuju paketi od 5 GB



Izvor: [33]

S grafikona 11 vidljivo je koliko je vremena moguće pregledavati videozapise određene kvalitete s paketom od 5 GB podatkovnog prometa. Vrijeme pregledavanja videozapisa zapravo je 2,5 puta veće nego što je kod paketa od 2 GB podatkovnog prometa.

Grafikon 11. Vremensko trajanje prikazivanja videozapisa koji omogućuju paketi od 10 GB



Izvor: [33]

S grafikona 12 vidljivo je koliko je vremena moguće pregledavati videozapise određene kvalitete s paketom od 10 GB podatkovnog prometa. Vrijeme pregledavanja videozapisa, zapravo je 5 puta veće u odnosu na vrijeme pregledavanja koje omogućuje paket od 2 GB podatkovnog prometa.

4. Karakteristike korištenih uređaja i aplikacija

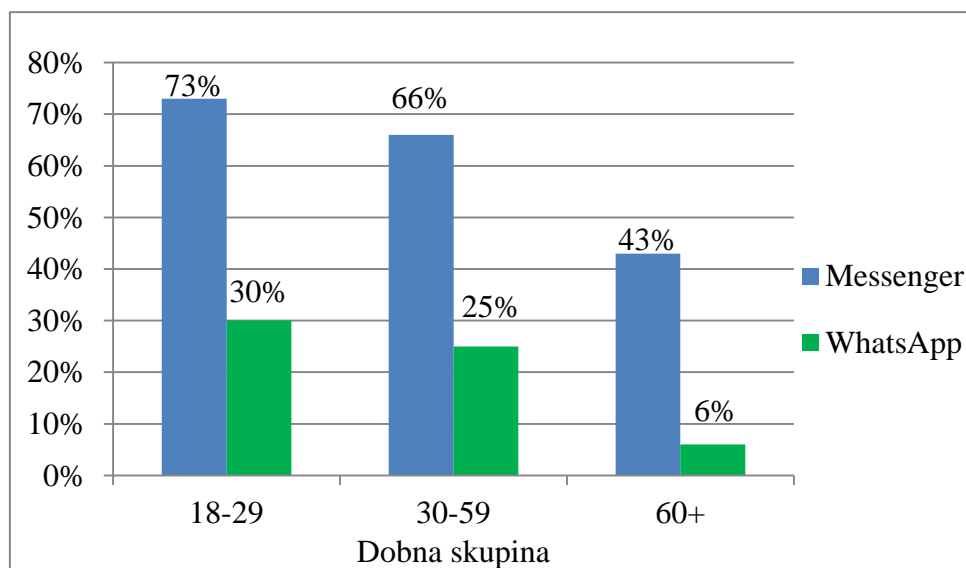
Za provođenje mjerenja koja su rađena u ovome radu od uređaja korišteni su iPhone X, Samsung Galaxy S9+ i Samsung Galaxy A6+. Od aplikacija korištene su Facebook Messenger, Instagram, WhatsApp i Viber. U ovom poglavlju bit će prikazane osnovne karakteristike i mogućnosti koje pružaju aplikacije pomoću kojih je vršena razmjena i pregledavanje videozapisa. Prikazane su i karakteristike kao što su memorija, veličina i težina, senzori, mrežna tehnologija i platforma svakog pojedinog uređaja pomoću kojih se vršila razmjena i pregledavanje zaprimljenih videozapisa

4.1 Karakteristike aplikacija za razmjenu videozapisa

Kao što je navedeno, od aplikacija su se koristile Facebook Messenger, Instagram, WhatsApp, Viber. Pomoću tih aplikacija razmjenjivani su i pregledavani videozapisi te su prikazane njihove karakteristike.

Aplikacija Facebook Messenger dominantna je aplikacija za razmjenu trenutnih poruka na području Australije, SAD-a i sjeverne Afrike. Viber je dominantan na područjima Ukrajine i Srbije, a WhatsApp na područjima Južne i Latinske Amerike, Bliskog istoka, Afrike, te Azije. Na područje Europe upotreba Messengera i WhatsApp podjednako je raspoređena. Od svih aplikacija za razmjenu trenutnih poruka WhatsApp je daleko najpopularnija, te samo u 25 država svijeta nije najkorištenija aplikacija za razmjenu poruka. Upotreba određene aplikacije varira i po dobnim skupinama korisnika, [34]. Na grafikonu 13 prikazana je upotreba aplikacija Messenger i WhatsApp po dobnim skupinama u SAD-u.

Grafikon 12. Upotreba aplikacije Messenger i WhatsApp po dobnim skupinama u SAD-u



Izvor: [34]

S grafikona 13 vidljiva je upotreba Messenger-a i WhatsApp-a po dobnim skupinama. Vidljivo je da se najveća upotreba bilježi kod dobne skupine od 18 do 29 godina, a najmanja kod korisnika sa 60 ili više godina, što je shvatljivo, jer pretežno mlađi korisnici učestalije koriste različite aplikacije za dopisivanje.

4.1.1 Facebook Messenger

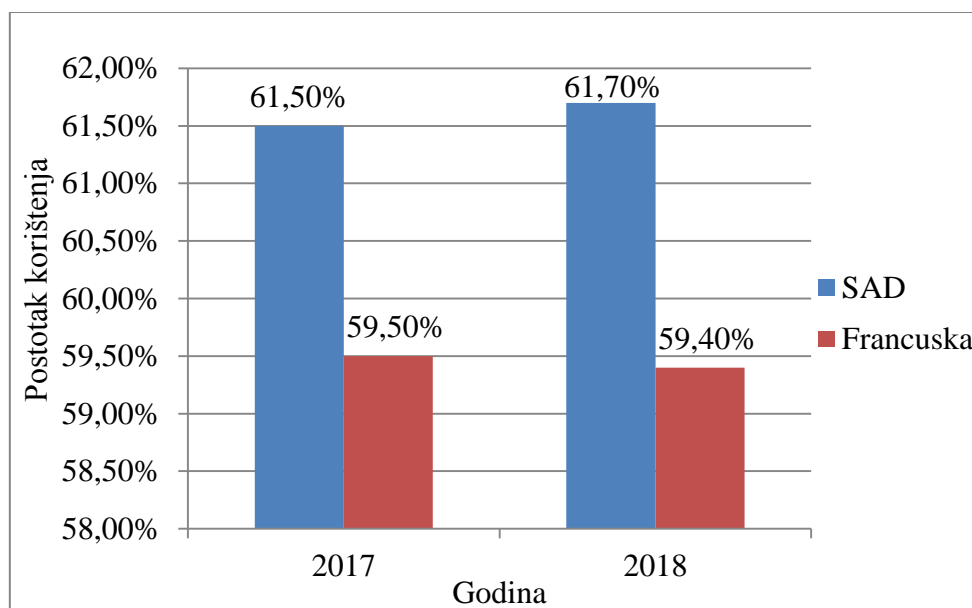
Messenger je aplikacija koja korisnicima omogućuje razmjenu uzastopnih poruka, ali pruža i mnoge druge usluge. Facebook je pokrenuo Messenger u kolovozu 2011. Iako je Messenger u vlasništvu Facebook-a, aplikacija i web stranica su odvojene. Za korištenje Facebook Messengera nije potrebno imati korisnički račun na Facebook-u. Njegova usluga dostupna je korisnicima koji se nisu prijavili na Facebook ili su zatvorili svoje korisničke račune, [35].

Aplikacija je u osnovi predviđena za razmjenu tekstualnih poruka između dvoje korisnika ili za grupne razgovore. Osim tekstualnih poruka aplikacija omogućuje slanje fotografija i videozapisa. Messenger sadrži ugrađene naljepnice i GIF-ova (eng. *Graphics Interchange Format*). Također, postoji mogućnost brisanja, arhiviranja ili uklanjanja poruka iz arhive u bilo koje vrijeme kako bi korisnici sakrili razgovore. Messenger podržava i audio i videozapise, ikona telefona na aplikaciji služi za audio pozive, dok ikona fotoaparata omogućuje video pozive. Mobilna aplikacija svojim korisnicima omogućuje dijeljenje lokacije, kako bi se drugim korisnicima pokazalo gdje se nalazimo, ta usluga je dostupna u trajanju do sat vremena, [35].

Kao glavne funkcije Messengera ističu se razmjena trenutnih poruka, fotografija i videozapisa, grupni razgovori, sposobnost snimanja glasovnih poruka, video pozivi i video razgovori. Za preuzimanje aplikacije potrebno je imati 13+ godina, dok u Irskoj ta doba granica iznosi 16 godina. Komunikacija putem interneta nosi svojevrzne izazove. Neki od najčešćih rizika su zlostavljanje putem interneta, doživljavanje ili dijeljenje neprikladnog sadržaja i razgovora s nepoznatim osobama. Ako korisnici ipak dijele svoje podatke, onda se preporučuje da ih dijele samo s onim korisnicima koje poznaju i kojima vjeruju u stvarnom životu. Većina korisnika koji koriste aplikaciju Messenger, imaju i vlastiti Facebook račun, te se na temelju toga Messenger može sinkronizirati sa svim Facebook kontaktima, [36].

Slanje datoteka je vjerojatno jedna od najjednostavnijih usluga koje korisnici mogu učiniti korištenjem Messenger-a. Slanje datoteka slično je slanju e-pošte. Datoteku je moguće povući u prozor razgovora, ako se datoteka šalje putem računala, ili korištenjem pametnog telefona se odabere datoteka i samo se dodirne funkcija dijeljenja. Postoji i opcija isključivanja obavijesti o porukama, većina korisnika ovu uslugu primjenjuje unutar grupnih razgovora, kada im pristiže veliki broj poruka unutar kratkog vremena, [37]. Na grafikonu 13 prikazano je korištenje aplikacije Messenger u SAD i Francuskoj 2017. i 2018. godine.

Grafikon 13. Prikaz korištenja Messenger-a u SAD i Francuskoj 2017. i 2018.



Izvor: [38]

S grafikona 13 vidljivo je kako je aplikacija Messenger na području SAD u 2018., zabilježila rast korištenja od 0,2% u odnosu na 2017., dok je na području Francuske zabilježen pad korištenja u iznosu od 0,1% u istom razdoblju.

4.1.2 Instagram

Instagram je usluga društvenog umrežavanja za dijeljenje fotografija i videozapisa. Instagram je stvoren u listopadu 2010., na iOS-u, a na Androidu je postao dostupan u travnju 2012. Facebook je kupio Instagram u travnju 2012., i od tada je u njezinom vlasništvu, [39].

Slično kao i Facebook, svaki korisnik koji kreira svoj račun ima svoj osobni profil i naslovnicu na kojoj mu se prikazuju novosti. S naglaskom na mobilnu upotrebu Instagram djeluje kao pojednostavljena verzija Facebook-a. Baš kao i druge društvene mreže, moguće je komunicirati s drugim korisnicima. Druge korisnike se može zapratiti, komentirati objave, označavati ih na objave ili im slati privatne poruke. Instagramu se također može pristupiti i s računala, ali takvim pristupom ograničene su mogućnosti te je moguće samo učitavati i dijeliti fotografije ili videozapise. Prije početka korištenja aplikacije, Instagram će zatražiti od korisnika da napravi besplatan račun. Korisnik ima mogućnost prijaviti se putem postojećeg Facebook korisničkog računa ili putem e-pošte. Sve što je potrebno je korisničko ime i zaporka. Korisnici mogu svoj profil urediti dodavanjem svoje fotografije, svog imena i kratke biografije. Na svakom profilu moguće je vidjeti koliko osoba neki korisnik prati i koliko osoba prati tog korisnika. Instagram također ima značajku „Priče“, koja je sekundarna objava na vrhu glavne naslovnice,[40].

Korisnici koji su koristili usluge koje pruža aplikacija Snapchat, bit će upoznati sa značajkom „Priče“. Priča omogućuje objavljivanje jedne ili više fotografija i videoisječaka u

nizu. Svatko tko vas prati može pregledati vašu priču u roku od 24 sata nakon njezine objave, nakon čega priča nestaje, [39].

Kao i mnoge druge društvene mreže, tako i Instagram ima svoju dobnu granicu korištenja. U Irskoj je digitalna dob suglasnosti za korištenje postavljena na 16 godina, dok je u drugim zemljama dobna granica za korištenje Instagrama postavljena na 13 godina. Osim rizika, postoje i prednosti korištenja Instagrama. Instagram se bazira na poticanju kreativnosti te oživljavanju popularnosti fotografije. Aplikacije omogućuje svojim korisnicima dijeljenje svog života i događanja u njima pomoću neobičnih, filtriranih fotografija ili kratkih videozapisa, [41].

4.1.3 WhatsApp

WhatsApp je iznimno popularna mobilna aplikacija za razmjenu tekstualnih poruka namijenjena korisnicima pametnih mobilnih telefona i tableta. Aplikacija omogućuje slanje tekstualnih poruka i upućivanje poziva putem interneta. Osim uspostave glasovnih poruka, aplikacija korisnicima omogućuje i slanje glasovnih poruka, koje su zapravo isječki glasa korisnika koje se može koristiti umjesto slanja tekstualnih poruka. Također, putem WhatsApp moguće je i dijeljenje datoteka putem mobilnog telefona ili putem računala, pošto se aplikaciji može pristupiti i putem računala, [42]

Aplikacija koristi internet za razmjenu besplatnih poruka, slika, audio ili videozapisa. Usluga je slična razmjeni klasičnih SMS poruka, no aplikacija za razmjenu poruka koristi internet te nema dodatnih novčanih troškova naknade za slanje poruke kao u slučaju razmjene SMS poruka. Kao što je navedeno, aplikaciju je moguće koristiti i na računalu tako što je potrebno pristupiti web stranici WhatsApp. Aplikacija je izuzetno popularna među tinejdžerima zbog značajki kao što su grupni razgovori, glasovne poruke i dijeljenje lokacije. U skladu s GDPR (eng. *General Data Protection Regulation*), Irska je postavila digitalno doba suglasnosti na 16 godina. To je dob u kojoj djeca mogu zakonski dozvoliti tvrtkama i organizacijama da obrađuju njihove osobne podatke i informacije, kao što su primjerice podaci kada se pristupa ili kreira korisnički račun na društvenim mrežama. Za djecu koja su mlađa od 16 godina, pristanak treba dati roditelj ili zakonski skrbnik djeteta.

Aplikacija je u vlasništvu Facebook-a, te trenutno ima preko milijardu korisnika širom svijeta i jedna je od najkorištenijih online aplikacija za razmjenu uzastopnih poruka. Za korištenje usluga koje pruža WhatsApp potrebno je imati pametni mobilni telefon ili tablet sa SIM (eng. *Subscriber Identity Module*) karticom, internetskom vezom i telefonskim brojem. Aplikacija koristi korisnikov telefonski broj kao njegovo korisničko ime, a račun je zaključan na korisnikovom telefonu, iako kontakte može prenijeti i na nove uređaje, [43].

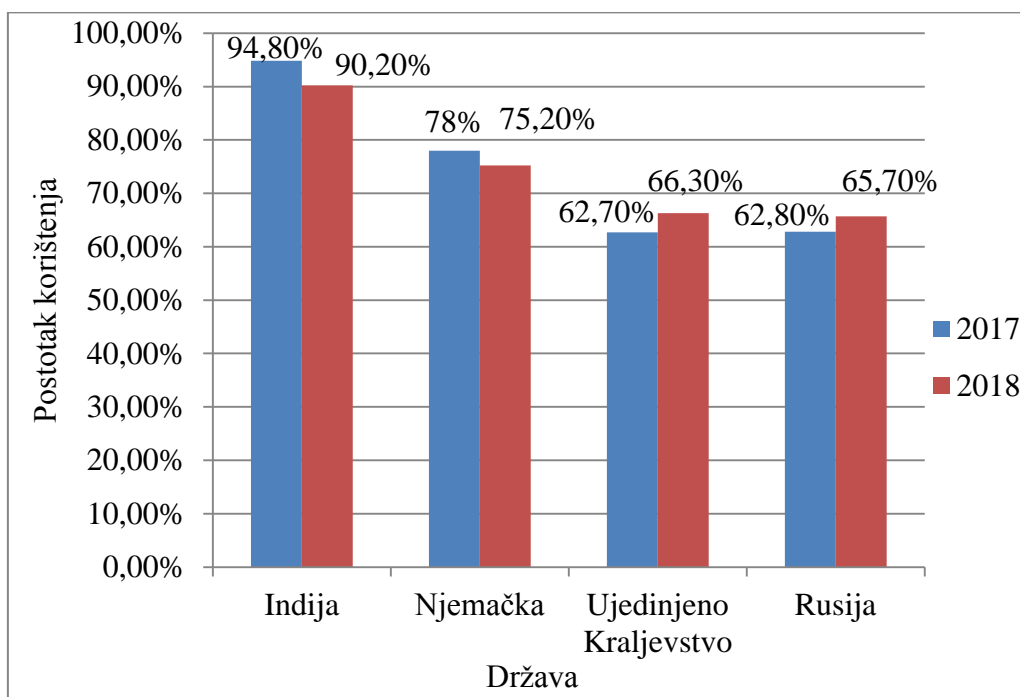
WhatsApp predstavlja najbolju alternativu razmjeni klasičnih SMS poruka, te je jedna od najpopularnijih aplikacija za pozive i razgovore. WhatsApp koristi mobilnu ili Wi-Fi internetsku vezu mobilnog uređaja kako bi se omogućila razmjena poruka i glasovnih poziva između korisnika. Time se omogućuje upućivanje besplatnih glasovnih poziva, razmjena poruka, dokumenata, fotografija i videozapisa. Aplikacija je potpuno besplatna te nema nikakvih naknada ili pretplata jer koristi 4G, 3G, 2G, EDGE ili Wi-Fi vezu umjesto broja

besplatnih poruka ili minuta razgovora koje korisnici imaju u svojim tarifnim planovima. Kao i većina drugih aplikacija za razmjenu uzastopnih poruka, pa tako i pomoću WhatsApp-a je moguće pokrenuti video razgovor s pojedincem ili s najviše četiri korisnika, [44].

WhatsApp ima niz naprednih sigurnosnih značajki. Ima enkripciju od kraja do kraja. Sve poruke koje prolaze kroz platformu su osigurane tako da ih mogu vidjeti samo pošiljalatelj i primatelj. Unatoč svojoj velikoj popularnosti, WhatsApp ima veliki broj konkurenata kao što su Line, Talk, WeChat i Viber Messenger. WhatsApp je vodeća aplikacija za uzastopnu razmjenu u većini zemalja diljem svijeta. Verzija WhatsApp koja je dostupna putem računala ne omogućuje sve usluge koje pruža mobilna aplikacija poput usluge ostvarivanja poziva s drugim korisnicima. Sve što se napravi upotrebom računalne verzije, sinkronizira se s mobilnom aplikacijom te je vidljivo na iPhone i Android uređajima, [44].

Kao glavne prednosti koje aplikacija pruža svojim korisnicima ističu se mogućnost uspostave video poziva, grupni razgovori s do 250 članova unutar grupe, enkripcija od kraja do kraja, mogućnost razmjene datoteka do 100 MB veličine, te što se unutar aplikacije ne prikazuju oglasi što je česta pojava unutar mnogih aplikacija. Kao nedostatak aplikacije sa strane korisnika ističe se nepostojanje ugrađene GIF galerije, [42].

Grafikon 14. Prikaz korištenja WhatsApp-a u svijetu 2017. i 2018.



Izvor: [38]

S grafikona 14 vidljiv je rast korištenja aplikacije WhatsApp na područjima Ujedinjenog Kraljevstva i Rusije 2018. u odnosu na 2017., dok je na područjima Indije i Njemačke u istom razdoblju zabilježen pad korištenja iste.

4.1.4 Viber

Viber je besplatna aplikacija koja svojim korisnicima omogućuje uspostavu besplatnih internetskih poziva, razmjenu tekstualnih poruka i video poruka s drugim korisnicima Viber-a. Aplikacija kao i WhatsApp ima slične popularne značajke kao što su dijeljenje fotografija, videozapisa i grupnih poruka. Aplikaciju je moguće izravno preuzeti na telefon ili računalo, korisnici jednostavno moraju unijeti svoj telefonski broj kako bi započeli korištenje aplikacije. Viber koristi korisnički telefonski broj kao njegov identitet. Kako bi korisnici potvrdili svoj korisnički račun, Viber korisniku pošalje PIN (eng. *Personal Identification Number*) putem SMS poruke kako bi aktivirali svoj račun. Nakon aktivacije, aplikacija se povezuje s popisom telefonskih kontakata korisnika kao bi pronašla i povezale kontakte koji koriste Viber, [45].

Aplikacija svojim korisnicima omogućuje upućivanje poziva na bilo koji telefonski broj, čak i u slučaju da vlasnik broja nema Viber korisnički računa s bilo kojeg mjesta na svijetu po nižoj cijeni od tradicionalnih telefonskih poziva. Kao i kod većine društvenih mreža i aplikacija za razmjenu trenutačnih poruka, tako i kod Viber-a korisnici moraju imati najmanje 13 godina za korištenje aplikacije, kako bi se smanjio rizik od internetskog zlostavljanja. U Irskoj ta dobna granica iznosi 16 godina, a u slučaju da su korisnici mlađi od 16 godina moraju imati pristanak roditelja ili zakonskog skrbnika., [45].

Postoje četiri razloga zašto je Viber jedna od najsigurnijih aplikacija za razmjenu poruke. Prvi razloga je što Viber ne može čitati poruke niti slušati korisnikove razgovore. Korisnikovim porukama ne može pristupiti jer prema zadanim postavkama koristi krajnje šifriranje. Šifriranje od kraja do kraja šalje poruke s korisnikovog uređaja na uređaj osobe s kojom se komunicira u obliku kodiranog koda tako da samo korisnikov uređaj može prevesti poruke u tekstualan oblik. Drugi razlog je brisanje poruke koju korisnik želi u svakom trenutku. Viber svojim korisnicima omogućuje da izbrišu bilo koju vrstu poruke koju su poslali, i to ne samo s njihove strane razgovora, nego se ta poruka briše iz cijelog razgovora. Treći razlog je slanje poruke koja automatski nestaje pomoću Secret Chats. Ponekad korisnici u razgovorima podijele osjetljive informacije ili slike za koje bi željeli da automatski nestanu s telefona drugog korisnika nakon što vide poruku. Secret Chats omogućuje postavljanje vremena za „samouništavanje“ za svaku poruku unutar razgovora, tako da nakon čitanja poslanih poruka, ona se automatski briše s telefona. Četvrti razlog je mogućnost sakrivanja osjetljivih razgovora s popisa skrivenih razgovora. Skriveni razgovori omogućuju korisnicima da svaki razgovor koji odabere bude odvojen od njegovog glavnog popisa razgovora kako ne bi bio prikazan na uobičajenom popisu razgovora. Skrivenom razgovoru moguće je samo pristupiti PIN-on koji su korisnici prethodno postavili, [46].

Kao glavne prednosti koje aplikacija pruža svojim korisnicima ističu se da osim klasične tekstualne poruke postoji mogućno slanja audio i videozapisa, upućivanje audio i video poziva, provođenje enkripcije od kraja do kraja, proširenja koja omogućuju dijeljenje stvari poput videa i glazbe izravno u razgovor. Kao nedostatak aplikacije ističu se raznolike mogućnosti i značajke koja ona pruža te stoga djeluje zahtjevno za korištenje korisnicima koji traže aplikaciju za jednostavnu razmjenu poruka, [42].

4.2 Karakteristike uređaja koji će se koristiti za potrebe mjerenja

Kao što je navedeno, od uređaja primijenili su se iPhone X, Samsung Galaxy S9+ i Samsung Galaxy A6+. Na ovim uređajima preuzete su aplikacije Facebook Messenger, Instagram, WhatsApp i Viber, te se pomoću njih vršila razmjena i pregledavanje videozapisa.

4.2.1 iPhone X

iPhone X prvi je iPhone sa zaslonom od ruba do ruba. Ovaj uređaj osim na dodir reagira na glas pa čak i na pogled. Glavna karakteristika ovog iPhone-a je upravo njegov najnoviji 5,8-inčni Super Retina zaslon koji savršeno leži u ruci korisnika. Zahvaljujući novim tehnikama i tehnologijama, zaslon savršeno prati oblik uređaja i svaki njegov zaobljeni ugao. Njegov zaslon je zapravo prvi OLED zaslon koji zadovoljava visoke standarde iPhone-a, a odlikuju ga vjerno reproducirane boje, duboke nijanse crne, visoka svjetlina i kontrast 1 000 000:1. iPhone X pun je noviteta poput kamere i senzora osjetljivih na prepoznavanje lica, najizdržljivije staklo za pametne telefone s prednje i stražnje strane, kirurški čelik, bežično punjenje, otpornost na vodu i vlagu. Prepoznavanje lica zapravo je sigurnosna provjera identiteta, te pouzdan način za provjeru identiteta i otključavanje uređaja.

Prepoznavanje lica, odnosno Face ID je krajnje jednostavno postaviti. Pokreće ga TrueDepth kamera koja emitira i analizira preko 30 000 točaka nevidljivih ljudskom oku pomoću kojih se precizno i dubinski mapira lica korisnika, te analizira preko 50 mišićnih pokreta. Kamera ovog uređaja omogućuje korisnicima snimanje i fotografiranje s izoštranim prednjim planom i zamućenom pozadinom, a u portretnom načinu snimanja omogućuje dodavanje efekata koji simuliraju profesionalnu studijsku rasvjetu te je time njegova kamera ispred svog vremena. Kamera od 12 MP (eng. *Megapixel*) sadrži veći i brži senzor, nove filtere boja, dublje piksele i novu telekameru s optičkom stabilizacijom. Uređaj sadrži dvije ugrađene stražnje kamere, te obje sadrže optičku stabilizaciju slike i brze objektivne koji čak i pri slabom osvjetljenju omogućuju snimiti savršenu fotografiju ili videozapis. Kamere sa širokokutnim teleobjektivom omogućuju optičko i digitalno zumiranje do 10 puta za snimanje fotografije, te zumiranje do 6 puta za snimanje videozapisa, [47]. Tablica 3, prikazuje karakteristike iPhone-a X.

Tablica 3. Karakteristike iPhone-a X, Izvor: [48], [49]

Karakteristika	Opis
Memorija	64/256 GB interno
Mrežna tehnologija	GSM/HSPA (eng. <i>High Speed Packet Access</i>)/LTE
Platforma	iOS 11.1.1, nadograđiva na iOS 12.4
Veličina	Visina – 143,6 mm Širina – 70,9 mm Debljina – 7,7 mm
Težina	174 grama
Lokacija	Mrežno potpomognuti GPS, GLONASS, Galileo i QZSS (eng. <i>Quasi-Zenith Satellite System</i>)
Napajanje i baterija	Mogućnost brzog punjenja, bežično punjenje, litij-ionska baterija
Senzori	Face ID, barometar, troosni žiroskop, brzinomjer, senzor blizine, senzor ambijentalne rasvjete
SIM kartica	Nano SIM
Radni uvjeti	Radna temperatura okolina: 0° do 35° C Temperatura kada ne radi: -20° do 45° C Relativna vlažnost zraka: od 5% do 95%, bez kondenzacije Radna nadmorska visina: testirano do 3 000 metara
Kamera	Dvojna kamera od 12 MP, prednja kamera od 7 MP
Bežično povezivanje	802.11 a/b/g/n/ac Wi-Fi s MIMO tehnologijom Bluetooth 5.0 NFC (eng. <i>Near Field Communication</i>) s čitačem

Uređaj u sebi ima ugrađen A11, najmoćniji i najpametniji čip u svijetu pametnih telefona s neuronskim pogonom i nadljudskom inteligencijom, koji može obaviti do 600 milijardi operacija u sekundi. Novi procesor sadrži četiri jezgre za energetske učinkovitosti i dvije jezgre za performanse. Prvi su do 70%, a drugi do 25% brži nego kod svog prethodnika, čipa A10 Fusion. Zahvaljujući strojnom učenju, Face ID lako prepoznaje fizičke promjene u izgledu lica korisnika. Kontroler performansi druge generacije i posebno konstruirana baterija omogućuju i da dva sata duže trajanje baterije nego što je to bio slučaj kod iPhone-a 7. iPhone X velikim koracima zakoračio je u bežičnu budućnost, te svojim korisnicima omogućuje punjenje baterije putem bežičnog punjača, [47].

4.2.2 Samsung Galaxy S9+

Samsung Galaxy S9+ ima veliki zaslon, visoku rezoluciju, odlične kamere i dobar softver. Na tržište je stigao 2018., s ciljem postati najbolji uređaj u tekućoj godini. Na prvi pogled gotovo je identičan svojem prethodniku Galaxy S9, no S9+ je ipak potpuno drugačiji pametni telefon. Zaslon od 6,2 inča koji se proteže gotovo do samog ruba kućišta na prvu korisnicima zna biti nespretnan. Uređaj sadrži Super AMOLED (eng. *Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode*) koji je poznat po širokom spektru boja, odličnom kontrastu i po štedljivosti što se tiče baterije koja je kapaciteta od 3500 mAh (eng. *miliAmpere hour*). Kućište uređaja napravljeno je od aluminijske legure što jamči čvrstoću. S prednje strane nalazi se selfie kamera koja ima rezoluciju od 8 MP, dok se sa stražnje strane nalaze čak dvije kamere koje imaju rezoluciju od 12 MP.

Uređaj ima 2 ugrađene stražnje kamere stoga što donja kamera ima telefoto leću pomoću koje se postižu odlični bokeh efekti, odnosno zamućena pozadina. Glavna kamera ima mogućnost snimanja videozapisa u 4K rezoluciji, te mogućnost snimanja u usporenom modu, odnosno u slow motion-u. S prednje strane uređaja nalazi se skener šarenice koji služi za prepoznavanje lica, [50]. Tablica 4, prikazuje karakteristike Samsung-a Galaxy S9+.

Tablica 4. Karakteristike Samsung-a Galaxy S9+, Izvor: [51], [52]

Karakteristika	Opis
Memorija	64/128/256 GB interno
Mrežna tehnologija	GSM/CDMA/HSPA/EVDO (eng. <i>Evolution-Data Optimized</i>)/LTE
Platforma	Android 8.0 (Oreo), nadogradiva na Android 9.0 (pie)
Veličina	Visina – 158,1 mm Širina – 73,8 mm Debljina – 8,5 mm
Težina	189 grama
Lokacija	GPS, GLONASS, Galileo i BeiDou
Napajanje i baterija	Mogućnost brzog punjenja, bežično punjenje, litij-ionska baterija
Senzori	Skener rožnice, senzor pritiska, akcelerator, barometar, žiroskop, senzor otiska prsta, senzor blizine, Hallov senzor
SIM kartica	Nano SIM
Kamera	Dvojna kamera od 12 MP, prednja kamera od 8 MP
Bežično povezivanje	802.11 a/b/g/n/ac Wi-Fi s MIMO tehnologijom Bluetooth 5.0 NFC (eng. <i>Near Field Communication</i>) s čitačem

Novost kod S9+ je da uređaj kombinira skener šarenica i lica. Uređaj je zaštićen Corning Gorilla Glass 5 zaštitom te ima IP68 certifikat što znači da je otporan na vodu i prašinu, ali se vodootpornost odnosi na dubinu do 1,5 metra u vremenskom trajanju od najviše 30 minuta, [50].

4.2.3 Samsung Galaxy A6+

Samsung Galaxy A6+ ima snažnu prednju i stražnju kameru, elegantan dizajn i beskrajni ekrana. Osim stražnje kamere, prednja kamera također ima prilagodljivu LED bljeskalicu za snimanje u noćnim uvjetima. Objektiv s malim otvorom blende na stražnjoj kameri omogućuje snimanje oštře i jasne fotografije pri slabom osvjetljenju i zadržavanje kvalitete fotografije. Dvostruka kamera na ovome uređaju uz opciju Live Focus može poboljšati kvalitetu fotografije tako što korisnici mogu kontrolirati dubinsko polje i bokeh efekt prije ili nakon snimanja te svojim fotografijama mogu dodati zamućene pozadine i razne oblike kao što su srca i zvijezde. Zvučnici podržavaju Dolby Atmos audio sustav za bolji doživljaj te pružaju puni spektar zvuka, od visokih do nižih tonova. Dizajniran za praktičnu i svakodnevnu upotrebu, ovi telefoni integriraju nekoliko popularnih značajki Samsung pametnih telefona. Zahvaljujući opciji prepoznavanja lica i skeniranja otiska prstiju telefoni se brže i jednostavnije otključavaju. Uređaj također podržava i Bixby Vision, Home i Reminder koji mogu pomoći korisnicima pri ispunjavanju niza svakodnevnih zadataka. Super AMOLED zaslon od 6 inča ima krivulje i metalni dizajn, te je uređaj dizajniran kako bi se osigurala poboljšana izdržljivost i udobnost držanja u ruci za maksimalnu iskoristivost, [53]. Tablica 5, prikazuje karakteristike uređaja Samsung Galaxy A6+.

Tablica 5. Karakteristike Samsung-a Galaxy A6+, Izvor: [54], [55]

Karakteristika	Opis
Memorija	32/64 GB interno
Mrežna tehnologija	GSM/HSPA/LTE
Platforma	Android 8.0 (Oreo), nadogradiva na Android 9.0 (pie)
Veličina	Visina – 160,2 mm Širina – 75,7 mm Debljina – 7,9 mm
Težina	191 grama
Lokacija	GPS, GLONASS, BeiDou
Napajanje i baterija	Mogućnost brzog punjenja, litij-ionska baterija
Senzori	Čitač otiska prsta, Hallov senzor, žiroskop, senzor svjetline, akcelerometar, kompas
SIM kartica	Nano SIM
Kamera	Dvojna kamera od 16 MP, prednja kamera od 24 MP
Bežično povezivanje	802.11 a/b/g/n/ac Wi-Fi s MIMO tehnologijom Bluetooth 4.2 NFC (eng. <i>Near Field Communication</i>) s čitačem

Uređaj ima prednju kameru rezolucije 24 MP s LED (eng. *Light Emitting Diode*) bljeskalicom. Rezolucija stražnje kamere iznosi 16 MP s LED bljeskalicom, a također uključuje dodatne mogućnosti poput autofokusa, kontinuiranog slikanja, zoom opcije, podešavanje bijele boje, podešavanja scene i kompenzaciju ekspozicije, [56].

5. Istraživanje generiranja podatkovnog prometa

Istraživanje je vršeno pomoću aplikacija Facebook Messenger, Instagram, WhatsApp te Viber, a istraživanje je vršeno na uređajima iPhone X, Samsung Galaxy S9+ i Samsung Galaxy A6+. Aplikacije su preuzete na uređaje te su se oni povezali na Wi-Fi mrežu Eduroam, pošto je istraživanje vršeno u studentskom domu gdje je prisutan Eduroam. Na YouTube-u je pronađen videozapis u trajanju od 30 sekundi te je pomoću YouTube to Mp3 Converter-a [57] videozapis preuzet na uređaje. Videozapis je preuzet u standardnoj rezoluciji od 480p. Nakon što je videozapis preuzet na svaki uređaj, vršena je razmjena videozapisa između uređaja.

Videozapis je putem Facebook Messenger-a, Instagram-a, WhatsApp-a i Viber-a poslan s jednog uređaja na druga dva uređaja. Nakon što je videozapis zaprimljen na svim aplikacijama drugih uređaja, vršeno je pregledavanje zaprimljenog videozapisa na svim aplikacijama te je pomoću aplikacije My Data Manager mjerena količina podatkovnog prometa koji se generira slanjem, zaprimanjem i pregledavanjem videozapisa. Nakon što je pregledavanje videozapisa završeno na uređajima, uslijedila je razmjena videozapisa na druge uređaje, i tako sve dok nisu odrađene sve kombinacije koje su u ovom slučaju bile s iPhone-a na Samsung Galaxy S9+ i Samsung Galaxy A6+, zatim sa Samsung Galaxy S9+ na iPhone X i Samsung Galaxy A6+, i na kraju sa Samsung Galaxy A6+ na iPhone X i Samsung Galaxy S9+.

5.1 Eduroam

Mogućnost spajanja na internet različitim tehnologijama ugrađena je u današnje vrijeme u većinu osobnih računala, tableta, PDA uređaja i mobitela. Uobičajeno je nuditi roaming uslugu, što podrazumijeva mogućnost pristupa mreži s različitih uređaja i lokacija uz upotrebu jedinstvenog elektroničkog identiteta. Eduroam (*EDUcation ROAMing*) je roaming-usluga zamišljena pod okriljem europske udruge akademskih i istraživačkih mreža i ostvarena kroz međunarodni projekt GÉANT (*eng. Gigabit European Academic Network*). Usluga Eduroam usmjerena je na omogućavanje bežičnog, ali i fiksnog odnosno žičanog pristupa. Hrvatska je od samog početka zahvaljujući Srcu (*Sveučilišni računski centar Sveučilišta u Zagrebu*) i sustavu AAI@EduHR aktivna u izgradnji i pružanju usluge Eduroam. Autentikacija u sustav Eduroam temelji se na standardima 802.1X i zasniva se na međunarodnoj hijerarhiji RADIUS (*eng. Remote Authentication Dial-Up User Service*) poslužitelja u koju su uključeni i središnji poslužitelji sustava AAI@EduHr. Usluga je sigurna, jednostavna i za krajnjeg korisnika potpuno besplatna. Namijenjena je korisnicima iz sustava znanosti i obrazovanja. Trenutno je dostupna na brojnim lokacijama u Hrvatskoj te na više od 24 000 lokacija diljem svijeta. Osim što nosi ulogu nacionalnog operatora Eduroam usluge u Hrvatskoj, Srce je kao partner CARNet-a (*Hrvatska akademska i istraživačka mreža*), u okviru GÉANT projekta i koordinator europske Eduroam usluge, [58].

Za korištenje usluge Eduroam potrebni su odgovarajuća korisnička oznaka, koja je za korisnike u Hrvatskoj u sustavu AAI@EduHR, te je oblika id_korisnika@id_ustanov.hr. Osim korisničke oznake potreban je i odgovarajući uređaj, u većini slučajeva to su računalo ili

mobitel. Pomoću alata Eduroam installer moguće je provjeriti omogućuje li korisnikov uređaj korištenje usluge Eduroam. Uslugu je moguće koristiti na brojnim lokacijama u Hrvatskoj i svijetu. Prije prvog korištenja usluga Eduroam potrebno je podesiti korisnikov uređaj. Za podešavanje koristi se alat Eduroam installer koji omogućuje jednostavno i pouzdano konfiguriranje uređaja. Osim za pristup bežičnoj mreži, alat Eduroam installer može se koristiti i za konfiguraciju uređaja za pristup žičanoj mreži StuDOM, [59].

5.2 My Data Manager

My Data Manager je aplikacija koja svojim korisnicima pomaže pri upravljanju i nadziranju generiranja podatkovnog prometa na njihovim uređajima. Aplikacija olakšava i omogućuje jednostavno praćenje koliko se podatkovnog prometa generiralo, koja aplikacija je generirala koliko podatkovnog prometa, te je moguće postaviti upozorenje. U slučaju postavljanja upozorenja za određenu količinu generiranog podatkovnog prometa, aplikacija korisnicima daje dva alarma kako bi ih upozorio da se njihova granica generiranog podatkovnog prometa približava postavljenoj razini. Sučelje aplikacije prikazuje grafički prikaz upotrebe podataka, [60].

My Data Manager korisnicima nudi opciju sažetka, koja omogućuje lako čitanje i obuhvaća mobilni, Wi-Fi i roaming generirani podatkovni promet. Aplikacija prikazuje koliku količinu podataka koristi svaka aplikacija kako bi korisnici mogli zatvoriti određenu aplikaciju kako bi smanjili generiranje podatkovnog prometa. Postoji i opcija postavljanja prilagođenih alarma. Na primjer, ako jedan mjesec korisnici pokušavaju uštedjeti podatkovni promet koji imaju unutar svoje tarife, moguće je postaviti ručno upozorenje kada se dosegne određena razina generiranog podatkovnog prometa. Takvu vrstu upozorenja moguće je postaviti na dnevnoj, ali i na mjesečnoj bazi.

Kako bi korisnici mogli pratiti podatkovni promet koji upotrebljava svaka aplikacija, potrebno je dodati dodatne VPN (eng. *Virtual Private Network*) konfiguracije na svoj uređaj. To će pomoći aplikaciji da prati koje su sve aplikacije otvorene i koliko dugo se koriste. Te se prikupljene informacije šalju na poslužitelje tvrtke. Prije donošenja odluke korisnika da li to želi dopustiti, preporučuje se da pročitaju politiku privatnosti Mobidia Technology. Najbolja značajka My Data Manager aplikacije je ta što je moguće povezati više uređaja za praćenje generiranja podatkovnog prometa. Pa tako u slučaju da korisnik dijeli svoj tarifni plan s nekime, ili u slučaju da cijela obitelj ima zajednički tarifni plan moguće je povezati sve uređaje unutar aplikacije te pratiti koliko je koji korisnik unutar tarifnog plana generirao podatkovnog prometa. My Data Manager pomaže pri vizualizaciji, nadziranju i kontroliranju generiranja podatkovnog prometa. Aplikaciju je moguće potpuno besplatno preuzeti na Trgovini Google Play, [61].

6. Usporedba i analiza generiranog podatkovnog prometa

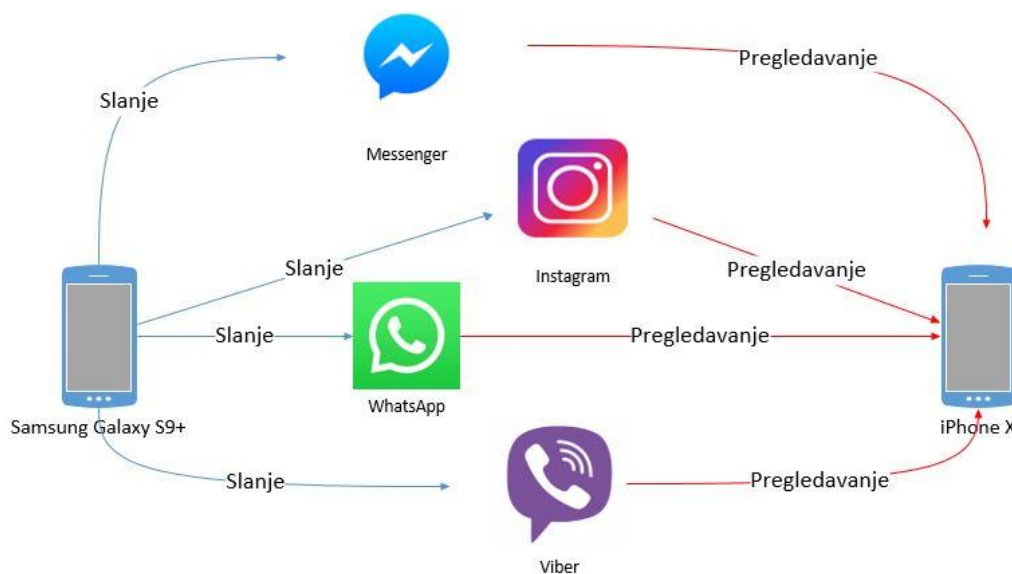
U ovom poglavlju bit će prikazani rezultati dobiveni mjerenjem generiranog podatkovnog prometa koji je ostvaren razmjenom videozapisa putem aplikacija Facebook Messenger, Instagram, WhatsApp i Viber na uređajima iPhone X, Samsung Galaxy S9+ i Samsung Galaxy A6+. Između uređaja razmjenjivan je „Funny Cat And mirror Video“ veličine 1,59 MB trajanje od 30 sekundi, koji je dostupan na [62].

6.1 Razmjena videozapisa

Korisnici često dijele propusnost na zagušenim baznim stanicama i s jedne bazne stanice na drugu, posebno tijekom putovanja. Ti prijelazi između baznih stanica uzrokuju nedosljednost u brzini mreže za sve korisnike na bilo kojoj baznoj stanici. Vrlo malo povećanje nosivosti podataka nelinearni učinak na ukupnu odgodu dijeljenja i gledanja videozapisa. Nasuprot tome, malo smanjenje prijenosa podataka može napraviti razliku prilikom isporuke videozapisa, posebno se ta razlika osjeti na tržištima u nastajanju. Usluge video poziva na aplikacijama za uzastopnu razmjenu poruka su brzo rastući trend uz razmjenu videozapisa. S obzirom na veliki utjecaj koji mala promjena u veličini podataka može imati na korisničku kvalitetu iskustva, postoji potreba za novom klasom video rješenja koja se mogu izvoditi unutar ograničenja uređaja i omogućiti optimizaciju klase poslužitelja. Rješenje može tolerirati razumnu latenciju obrade podataka jer mreža dominantan , [32].

6.2 Rezultati mjerenja

Postupak mjerenja vršen je tako da se videozapis razmjenjivo između uređaja, te je pomoću My Data Manager aplikacije mjerena količina podatkovnog prometa koji se generirao svakim pojedinim mjerenjem. Na slici 3 prikazan je postupak koji je rađen tijekom prvog mjerenja. Videozapis se s uređaja Samsung Galaxy S9+ pomoću aplikacija Messenger, Instagram, WhatsApp i Viber razmjenjivao na uređaj iPhone X. Prvim mjerenjem mjereno je količina podatkovnog prometa generira tijekom slanja videozapisa. Nakon što je videozapis bio poslan na uređaj iPhone X, unutar prvog mjerenja započeto je pregledavanje zaprimljenih videozapisa te je mjereno kolika se količina podatkovnog promet generira pregledavanjem zaprimljenih videozapisa.



Slika 3. Postupak razmjene i pregledavanja videozapisa prvog mjerenja, Izvor: [Autor]

Prvim mjerenjem mjereno je kolika se količina podatkovnog prometa generira razmjenom videozapisa upotrebom Eduroam Wi-Fi mreže između uređaja Samsung Galaxy S9+ i iPhone-a X, a rezultati mjerenja vidljivi su na slici 4.



Slika 4. Rezultati mjerenja između Samsung Galaxy S9+ i iPhone-a X, Izvor: [Autor]

Na slici 4 crvenom bojom označene su aplikacije na kojima je mjerena količina generiranog podatkovnog prometa, te je vidljivo da su aplikacije Messenger, Instagram, WhatsApp i Viber između kojih je vršena razmjena videozapisa generirale jednaku količinu podatkovnog prometa na uređaju Samsung Galaxy S9+, odnosno 0,1 MB.

Na slici 5 prikazana je količina generiranog podatkovnog prometa koja je ostvarena pregledavanjem zaprimljenog videozapisa na uređaju iPhone X.



Slika 5. Generirani podatkovni promet ostvaren pregledavanjem zaprimljenog videozapisa na uređaju iPhone X, Izvor: [Autor]

Na slici 5 crvenom bojom označene su aplikacije na kojima je mjerena količina generiranog podatkovnog prometa koja je ostvarena pregledavanjem zaprimljenih videozapisa na uređaju iPhone X. Aplikacija Viber je generirala najveću količinu podatkovnog prometa, odnosno 6,3 MB, zatim WhatsApp 1,7 MB te Instagram 0,6 MB. Aplikacija My Data Manager nije prepoznala koliku je količinu generirala aplikacija Messenger, te je iz tog razloga njen podatkovni promet uvršten pod Unidentified apps, odnosno pod neprepoznate aplikacije te iznosi 23 MB podatkovnog prometa.

Drugo mjerenje vršeno je između uređaja iPhone X i Samsung Galaxy S9+, kao što je to prikazano na slici 6. Drugim mjerenjem mjereno je kolika se količina podatkovnog prometa generira razmjenom videozapisa upotrebom Eduroam Wi-Fi mreže između uređaja iPhone X i Samsung Galaxy S9+, a rezultati mjerenja vidljivi su na slici 7.



Slika 6. Postupak razmjene i pregledavanja videozapisa drugog mjerenja, Izvor: [Autor]

Sa slike 6 vidljivo je da je postupak mjerenja isti kao i na prvom mjerenju, ali se u ovom slučaju mjeri količina podatkovnog prometa koji se generira na uređaju iPhone X tijekom razmjere videozapisa, te količina podatkovnog prometa koji se generira pregledavanjem zaprimljenih videozapisa na uređaju Samsung Galaxy S9+.



Slika 7. Rezultati mjerenja između iPhone-a X i Samsunga Galaxy S9+, Izvor: [Autor]

Na slici 7 crvenom bojom označene su aplikacije na kojima je mjerena količina generiranog podatkovnog prometa te je vidljivo da su podaci isti kao i na slici 5, prilikom slanja videozapisa s uređaja iPhone X nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, te je količina generiranog podatkovnog prometa ostala nepromijenjena te i dalje iznosi 6,3 MB za Viber, 1,7 MB za WhatsApp i 0,6 MB za Instagram. Također, aplikacija My Data Manager nije prepoznala koliku količinu podatkovnog prometa je generirala aplikacija Messenger, pa su njeni podaci ponovno uvršteni pod neprepoznate aplikacije u iznosu od 23 MB.

Na slici 8 prikazana je količina generiranog podatkovnog prometa koja je ostvarena pregledavanjem zaprimljenog videozapisa na uređaju Samsung Galaxy S9+.



Slika 8. Generirani podatkovni promet ostvaren pregledavanjem zaprimljenog videozapisa na uređaju Samsung Galaxy S9+, Izvor: [Autor]

Na slici 8 crvenom bojom označene su aplikacije na kojima je mjerena količina generiranog podatkovnog prometa koja je ostvarena pregledavanjem zaprimljenih videozapisa na uređaju Samsung Galaxy S9+. Aplikacija Viber generirala je 6,1 MB te je ukupno generirano 6 MB podatkovnog prometa, pošto je u postupku slanja videozapisa na iPhone X generirano 0,1 MB. Instagram je umjesto 6,09 MB generirao 5,99 MB podatkovnog prometa, a Messenger 1,13 MB umjesto 1,23, dok kod aplikacije WhatsApp nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa spram slanja videozapisa s ovog uređaja na iPhone X, pa je količina podatkovnog prometa ostala na razini od 0,1 MB.

Trećim mjerenjem mjereno je kolika se količina podatkovnog prometa generira razmjenom videozapisa upotrebom Eduroam Wi-Fi mreže između uređaja Samsung Galaxy S9+ i iPhone-a X, a rezultati mjerenja vidljivi su u tablici 6.

Tablica 6. Rezultati trećeg mjerenja, Izvor: [Autor]

Treće mjerenje	Instagram	Messenger	WhatsApp	Viber
Slanje (Samsung Galaxy A6+) [MB]	2,32	1,94	3,58	0,2
Pregledavanje (iPhone X) [MB]	0	-	0	0

Iz tablice 6 vidljivi su rezultati koji su ostvareni trećim mjerenjem. Tijekom slanja videozapisa s uređaja Samsung Galaxy A6+ najveću količinu podatkovnog prometa generirala je aplikacija WhatsApp i to u iznosu od 3,58 MB, dok je najmanje količina podatkovnog prometa izmjerena kod aplikacija Viber u iznosu od 0,2 MB. Tijekom pregledavanja zaprimljenih videozapisa na uređaju iPhone X kod aplikacija Instagram, WhatsApp i Viber nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, dok za aplikaciju Messenger podaci nisu bili dostupni te su uvršteni pod Unidentified apps.

Četvrto mjerenje vršeno je između uređaja iPhone X i Samsung Galaxy A6+ te se nastojalo istražiti kolika se količina podatkovnog prometa generira razmjenom videozapisa upotrebom Eduroam Wi-Fi mreže između uređaja iPhone X i Samsung Galaxy A6+, a rezultati mjerenja vidljivi su u tablici 7.

Tablica 7. Rezultati četvrtog mjerenja, Izvor: [Autor]

Četvrto mjerenje	Instagram	Messenger	WhatsApp	Viber
Slanje (iPhone X) [MB]	0	-	0	0
Pregledavanje (Samsung Galaxy A6+) [MB]	0,05	0,02	0,01	0,1

Iz tablice 7 vidljivo je da prilikom slanja videozapisa s uređaja iPhone X nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa kod aplikacija Instagram, WhatsApp i Viber, dok za aplikaciju Messenger podaci ponovno nisu bili dostupni kao ni kod trećeg mjerenja. Tijekom pregledavanja zaprimljenih videozapisa na uređaju Samsung Galaxy A6+ najveća količina podatkovnog prometa generirana je na aplikaciji Viber u iznosu od 0,1 MB, dok je kod ostalih aplikacija zabilježena zanemariva količina generiranog podatkovnog prometa.

Petim mjerenjem mjereno je kolika se količina podatkovnog prometa generira razmjenom videozapisa upotrebom Wi-Fi mreže između uređaja Samsung Galaxy A6+ i Samsung Galaxy S9+, a rezultati mjerenja vidljivi su u tablici 8.

Tablica 8. Rezultati petog mjerenja, Izvor: [Autor]

Peto mjerenje	Instagram	Messenger	WhatsApp	Viber
Slanje (Samsung Galaxy A6+) [MB]	0,28	3,06	0,02	3,35
Pregledavanje (Samsung Galaxy S9+) [MB]	1,34	1,36	0	0,05

Iz tablice 8 vidljivo je da je tijekom postupka slanja videozapisa s uređaja Samsung Galaxy A6+ najveću količinu podatkovnog prometa generirala aplikacija Viber s iznosom od 3,35 MB, dok je Messenger generirao 3,06 MB. Najmanju količinu podatkovnog prometa generirala je aplikacija WhatsApp, 0,02 MB. Tijekom postupka pregledavanja zaprimljenih videozapisa najveću količinu podatkovnog prometa generirale su aplikacije Messenger i Instagram s iznosom od 1,36 MB odnosno 1,34 MB. Kod aplikacije WhatsApp nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa.

Šestim mjerenjem mjereno je kolika se količina podatkovnog prometa generira razmjenom videozapisa upotrebom Wi-Fi mreže između uređaja Samsung Galaxy S9+ i Samsung Galaxy A6+, a rezultati mjerenja vidljivi su u tablici 9.

Tablica 9. Rezultati šestog mjerenja, Izvor: [Autor]

Šesto mjerenje	Instagram	Messenger	WhatsApp	Viber
Slanje (Samsung Galaxy S9+) [MB]	5,57	3,12	0	3,32
Pregledavanje (Samsung Galaxy A6+) [MB]	3,42	3,55	3,81	3,25

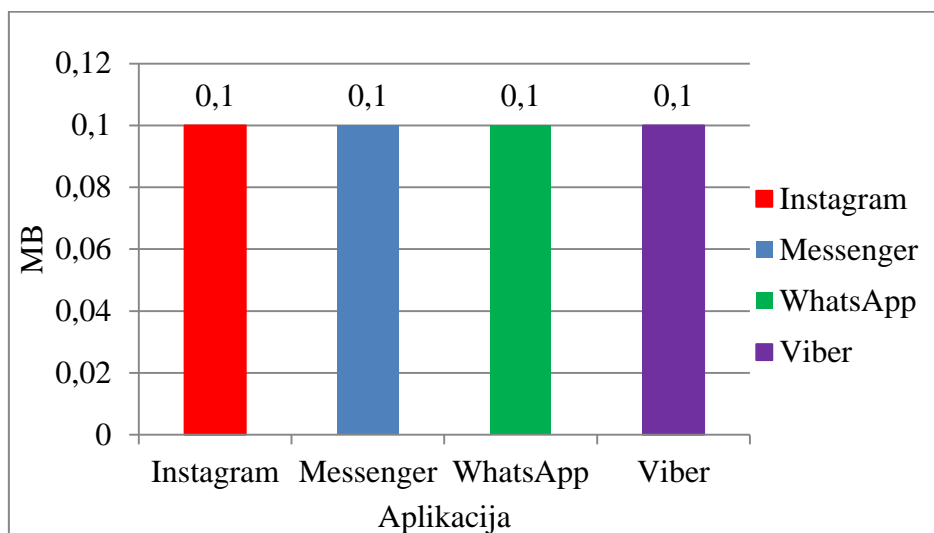
Iz tablice 9 vidljivo je da je prilikom slanja videozapisa s uređaja Samsung Galaxy S9+ najveću količinu podatkovnog prometa generirala aplikacija Instagram u iznosu od 5,57 MB. Viber je generirao 3,32 MB, Messenger 3,12 MB, dok kod aplikacije WhatsApp nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa. Tijekom postupka pregledavanja zaprimljenih videozapisa na uređaju Samsung Galaxy S9+ aplikacija WhatsApp je generirala najveću količinu podatkovnog prometa u iznosu od 3,8 MB, dok su ostale aplikacije generirale približno jednake količine podatkovnog prometa.

6.3 Usporedba generiranog podatkovnog prometa

Nakon što su odrađena mjerenja, izvršena je usporedba dobivenih rezultata kako bi se utvrdilo koji uređaj i koja aplikacija su generirale najveću količinu podatkovnog prometa.

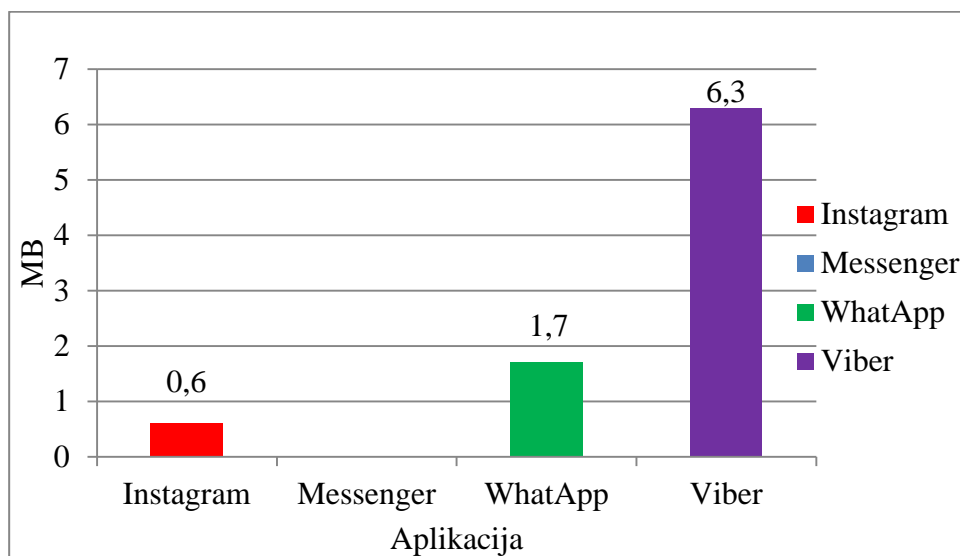
Rezultati prvog mjerenja prikazani su na grafikonima 15 i 16.

Grafikon 15. Slanje videozapisa prvog mjerenja



S grafičkog prikaza rezultata prvog mjerenja vidljivo je da su sve aplikacije pomoću kojih je vršena razmjena videozapisa na uređaju Samsung Galaxy S9+ generirale jednaku količinu podatkovnog prometa.

Grafikon 16. Pregledavanje videozapisa prvog mjerenja

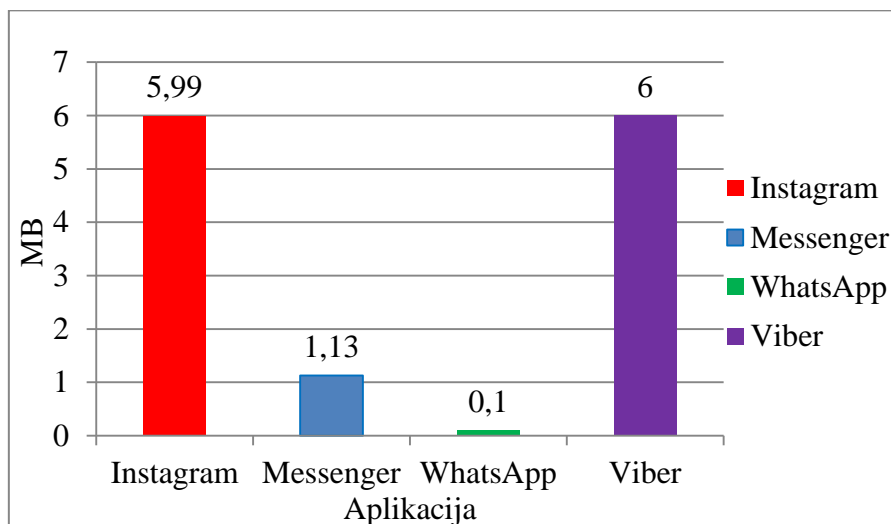


S grafikona 16 vidljivo je da je prilikom pregledavanja zaprimljenih videozapisa na uređaju iPhone X aplikacija Viber generirala najveću količinu podatkovnog prometa, dok kod aplikacije Messenger nije prepoznata količina generiranog podatkovnog prometa.

Rezultati drugom mjerenja prikazani su na grafikonu 17.

Prilikom slanja videozapisa s uređaja iPhone X na uređaj Samsung Galaxy S9+ nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa u odnosu na prvo mjerenje.

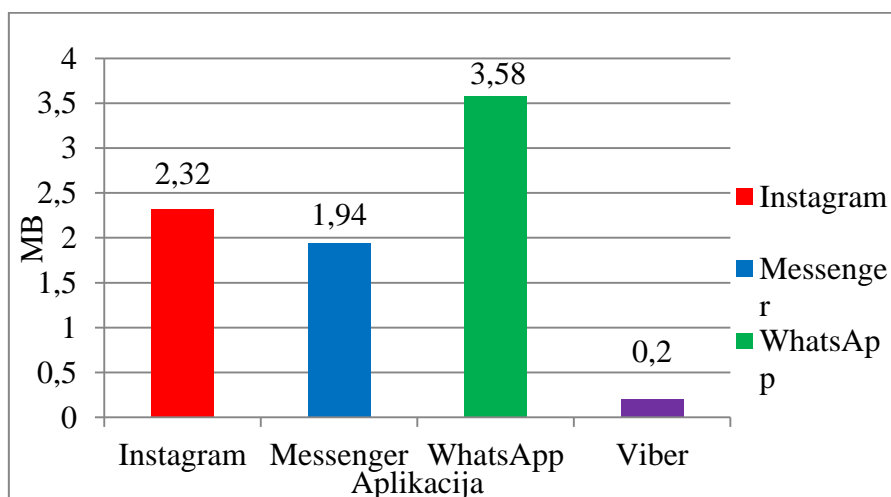
Grafikon 17. Pregledavanje videozapisa drugog mjerenja



S grafikona 17 vidljivo je da je prilikom pregledavanja zaprimljenih videozapisa na Samsung Galaxy S9+ aplikacija Viber generirala najveću količinu podatkovnog prometa u iznosu od 6 MB, dok je Instagram generirao neznatno manje, 5,99 MB. Kod aplikacije WhatsApp nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, te je iznosi podatkovnog prometa ostao na razini kao i kod slanja videozapisa, 0,1 MB.

Rezultati trećeg mjerenja prikazani su na grafikonu 18.

Grafikon 18. Slanje videozapisa trećeg mjerenja

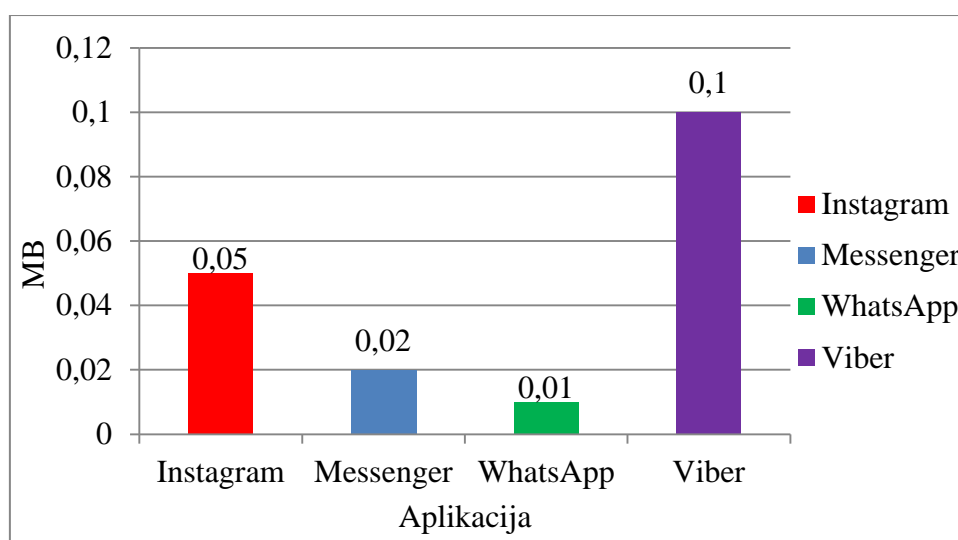


Na grafikonu 18 prikazana je količina generiranog podatkovnog prometa koji su generirale aplikacije pomoću kojih je videozapis razmjenjivan s uređaja Samsung Galaxy A6+. Vidljivo je da je aplikacija WhatsApp generirala najveću količinu podatkovnog prometa koja iznosi 3,58 MB.

Tijekom pregledavanja zaprimljenih videozapisa na uređaju iPhone X nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa u odnosu na prvo mjerenje.

Rezultati četvrtog mjerenja prikazani su na grafikonu 19.

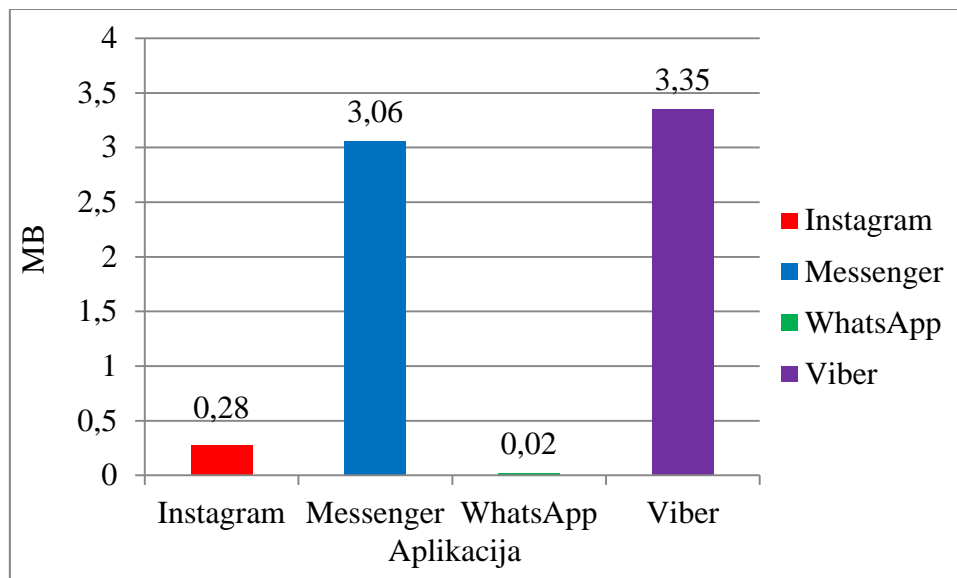
Prilikom slanja videozapis s uređaja iPhone X na uređaj Samsung Galaxy A6+ nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa u odnosu na prvo mjerenje. Grafikon 19. Pregledavanje videozapisa četvrtog mjerenja



S grafikona 19 vidljivo je da prilikom pregledavanja zaprimljenih videozapisa generirana zanemariva količina podatkovnog prometa. Najveću količinu podatkovnog prometa generirala je aplikacija Viber kod koje je zabilježeno povećanje generiranja od 50% u odnosu na postupak slanja videozapisa.

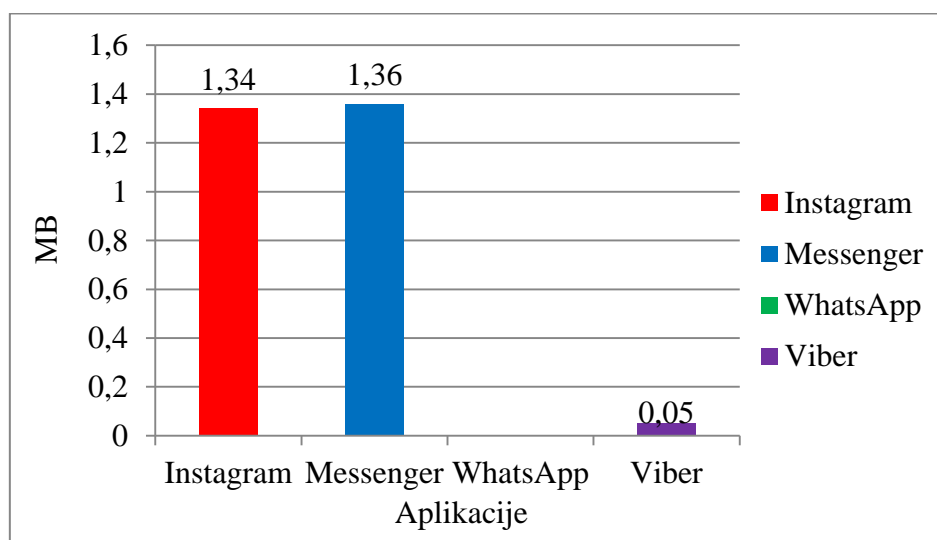
Rezultati petog mjerenja prikazani su na grafikonima 20 i 21.

Grafikon 20. Slanje videozapisa petog mjerenja



S grafikona 20 vidljivo je da od aplikacija pomoću kojih je vršeno slanje videozapisa s uređaja Samsung Galaxy A6+ najveći količinu podatkovnog prometa generirala aplikacija Viber s iznosom od 3,35 MB, zatim Messenger s 3,06 MB. Najmanja izmjerena količina generiranog podatkovnog prometa zabilježena je kod aplikacija WhatsApp, 0,02 MB.

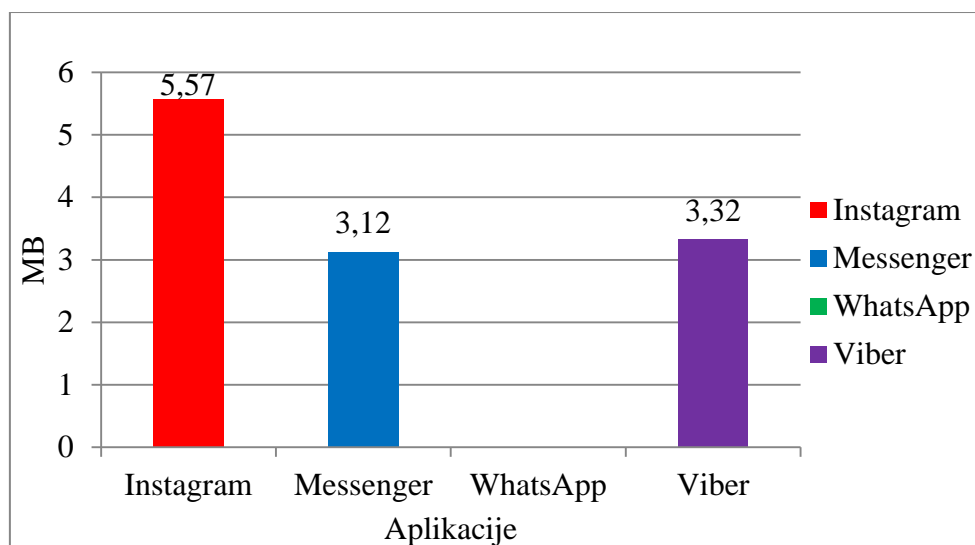
Grafikon 21. Pregledavanje videozapisa petog mjerenja



S grafikona 21 vidljivo je da su aplikacija Messenger i Instagram generirale najveću količinu podatkovnog prometa od aplikacija pomoću kojih su videozapisi pregledavani s uređaja Samsung Galaxy S9+, dok je aplikacija Viber generirala najmanju količinu podatkovnog prometa, dok kod WhatsApp-a nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa.

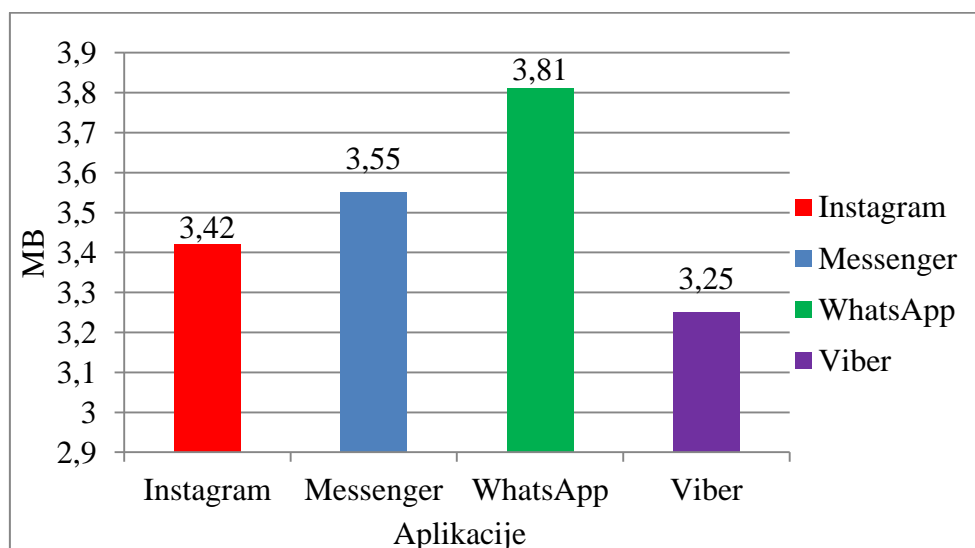
Rezultati šestog mjerenja prikazani su na grafikonima 22 i 23.

Grafikon 22. Pregledavanje videozapisa šestog mjerenja



S grafikona 22 vidljivo je da je aplikacija Instagram od svih aplikacija pomoću kojih je vršeno slanje videozapisa s uređaja Samsung Galaxy S9+ generirala najveću količinu podatkovnog prometa, dok kod aplikacije WhatsApp nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa.

Grafikon 23. Pregledavanje videozapisa šestog mjerenja



S grafikona 23 vidljivo je koliko su podatkovnog prometa generirale aplikacije pomoću kojih je pregledan video na uređaju Samsung Galaxy A6+. Najveću količinu podatkovnog prometa generirala je aplikacija WhatsApp, dok su preostale aplikacije generirale podjednaku količinu podatkovnog prometa.

6.4 Rezultati validacije dodatnim mjerenjem

S dobivenih rezultata mjerenja vidljivo je da je svaki uređaj generirao različitu količinu podatkovnog prometa, i da se svakim mjerenje količina podatkovnog prometa mijenjalo, osim kod uređaja iPhone X kod kojeg nakon prvog mjerenja nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, te kod uređaja Samsung Galaxy S9+ kod kojeg kroz WhatsApp nakon prvog mjerenja nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa. Kod uređaja Samsung Galaxy A6+ je nakon svakog mjerenja zabilježio generiranje podatkovnog prometa, te je taj uređaj iznimka od ostalih.

Svaki od korištenih uređaja ima različite veličine zaslona i rezoluciju. Korišteni su uređaji s iOS i Android operativnim sustavom kako bi se prikazala razlika između njih pri generiranju podatkovnog prometa. Na svakom od korištenih uređaja postoji razlika u njihovim postavkama. Kod uređaja iPhone X na korištenim aplikacija postavljeno je spremanje zaprimljenih datoteka kao što su fotografije i videozapisi, te stoga nakon prvog mjerenja nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, jer uređaj nije prepoznavao videozapis kao novu datoteku. Kod uređaja Samsung Galaxy S9+ na aplikaciji WhatsApp postavljena je opcija automatskog spremanja zaprimljenih datoteka, te je iz tog razloga samo tijekom prvog mjerenja zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, a na ostalim mjerenja nije. Na uređaju Samsung Galaxy A6+ u postavkama nije postavljeno automatsko spremanje zaprimljenih datoteka, te je iz tog razloga svakim mjerenjem zabilježeno generiranje podatkovnog prometa. Kao prvotno objašnjenje rezultata mjerenja su se istaknule različite postavke na svakom od korištenih uređaja.

Dobiveni rezultati ukazuju da osim postavki uređaja, postoji neispravnost u radu aplikacije My Data Manager. Prvotna zamisao je bila korištenje aplikacije GlassWire, ali pošto aplikacije nije dostupna za iOS, odabrana je na My Data Manager. Već je prethodno korištena spomenuta aplikacija za izradu završnog rada, „Usporedba generiranja podatkovnog prometa raznovrsnih terminalnih uređaja“ te su savladane njene karakteristike. Nakon dobivenih mjerenja prvotno se činilo kako varijacije između generiranih podatkovnih prometa ovise o postavkama na aplikacijama svakog uređaja. Međutim, nakon dodatnih istraživanja pojavila se mogućnost da je uzrok tolikim varijacijama generiranog prometa možda neispravnost aplikacije prilikom mjerenja generiranog podatkovnog prometa.

Svako mjerenje provedeno je tri puta, te su svaki put rezultati bili približno isto. Uvidom u dobivene rezultate mjerenja i uvidom kako svaki uređaj imao drugačije postavke, postavljena je hipoteza kako My Data Manager ima neispravnosti u mjerenju. Kako bi se hipoteza testirala naknadno je odrađeno mjerenje između uređaja Samsung Galaxy A6+ i Samsung Galaxy S8+. Postupak mjerenja ostao je isti kao što je opisan i prikazan prethodno u radu, uz iznimke da je pregledavanje zaprimljenih videozapisa vršeno samo na uređaju Samsung Galaxy A6+, zato što je on već prethodno sudjelovao u mjerenjima, te uz iznimku što je prije mjerenja prvo na postavkama uređaja postavljeno spremanje primljenih datoteka i sadržaja, a zatim su na drugom mjerenju te postavke isključene. U tablici 10, prikazani su rezultati mjerenja dobiveni s opcijom spremanja datoteka i s isključenom opcijom spremanja datoteka.

Tablica 10. Rezultati dodatnog mjerenja, Izvor: [Autor]

Spremanje datoteka	Instagram	Messenger	WhatsApp	Viber
Samsung Galaxy A6+ [MB]	2,18	3,46	-	3,35
Bez spremanja datoteka	Instagram	Messenger	WhatsApp	Viber
Samsung Galaxy A6+ [MB]	6,63	4,4	4,34	7,42

Iz tablice 10 vidljivi su rezultati koji su ostvareni provođenjem dodatnog mjerenja koja su rađena tri puta. Na uređaju Samsung Galaxy A6+ kako bi se testirala uspostavljena hipoteza. Dobivenim rezultatima hipoteza je potvrđena. Vidljivo je da kada uređaj na postavkama ima uključenu opciju spremanja datoteka da se generira manja količina podatkovnog prometa, zato što aplikacija My Data Manager ne prepoznaje zaprimljenu datoteku kao novi sadržaj. To je vidljivo kod aplikacije WhatsApp kod koje zabilježeno generiranje podatkovnog prometa. Kada je na uređaju isključena opcija spremanja datoteka, tada je zabilježena veća količina generiranog podatkovnog prometa u odnosu na prvotno rađena mjerenja, i što je ključno, kod svake aplikacije je zabilježeno generiranje podatkovnog prometa. U tom slučaju aplikacija My Data Manager prepoznaje primljene sadržaje kao nove datoteke. Radi nemogućnosti korištenja drugih pristupnih mreža u danom trenutku preporučuje se ponavljanje mjerenja na drugoj komplementarnoj pristupnoj mreži usporedbom generiranog podatkovnog prometa kako bi se isključili eventualni nedostaci Eduroama i utvrdila ovisnost generiranog podatkovnog prometa o karakteristikama informacijsko-komunikacijske mreže.

6.5 Diskusija dobivenih rezultata

Nakon provedenih mjerenja, dobiveni su rezultati mjerenja od kojih neki mogu ukazivati na određene nelogičnosti. Nakon dodatnog mjerenja te nelogičnosti su se potvrdile. Usporedbom rezultata koji su dobiveni putem šest provedenih mjerenja i rezultata koji su dobiveni provođenjem dodatnog mjerenja uočene su nedosljednosti u radu aplikacije My Data Manager. Prema rezultatima koji su dobiveni prvim mjerenjem na uređaju Samsung Galaxy S9+ vidljivo je kako su sve aplikacije generirale jednaku količinu podatkovnog prometa u iznosu od 0,1 MB. Nelogično je da su sve aplikacije generirale jednaku količinu podatkovnog prometa, a da pored aplikacije Viber piše da je generirala 12% ukupnog podatkovnog prometa, Instagram 4%, Messenger 3%, a WhatsApp 2% od ukupno generiranog podatkovnog prometa. Kod uređaja iPhone X uočeno je neprepoznavanje aplikacije, te su one iz tog razloga uvrštene pod „Unidentified apps“.

Prilikom drugog mjerenja uočeno je kako kod uređaja iPhone X nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, te je opetovano aplikacija neprepoznata, što se prvotno objašnjavalo postavkama uređaja, pošto je na uređaju u korištenim aplikacija uključeno spremanje zaprimljenih datoteka. Kod uređaja Samsung Galaxy S9+ uočeno je kako kod

aplikacije WhatsApp nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa. Prvotna pretpostavka je smatrala je uzrok tome u postavkama uređaja, pošto je kod aplikacije WhatsApp uključeno spremanje zaprimljenih datoteka.

Kod trećeg mjerenja uočeno je kako su sve aplikacije na uređaju Samsung Galaxy A6+ generirale određen iznos podatkovnog prometa. Međutim aplikacija Viber generirala je samo 0,2 MB podatkovnog prometa u odnosu na ostale aplikacije. Kod uređaja iPhone X nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, te i dalje nije prepoznata aplikacija Messenger. Nakon što se taj slučaj na uređaju iPhone X ponovio na idućim mjerenjima, javila se sumnja u rad aplikacije My Data Manager.

Kod četvrtog mjerenja još jednom je uočeno kako na uređaju iPhone X nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, te nije prepoznata aplikacija Messenger. Kod uređaja Samsung Galaxy A6+ na svim aplikacija je zabilježeno generiranje podatkovnog promet, međutim u zanemarivim količinama podatkovnog prometa.

Rezultatima koji su dobiveni petim mjerenjem pokazali su kako je na uređaju Samsung Galaxy A6+ aplikacija WhatsApp generirala 0,02 MB podatkovnog prometa, što je skoro zanemariv iznos. Kod uređaja Samsung Galaxy S9+ za aplikaciju WhatsApp nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, dok je kod aplikacije Viber generirano 0,05 MB podatkovnog prometa.

Kod šestog mjerenja, na uređaju Samsung Galaxy S9+ uočen je nedostatak generiranja podatkovnog prometa na aplikaciji WhatsApp, dok kod uređaja Samsung Galaxy A6+ nisu uočene nelogičnosti.

Tijekom provođenja dodatnog mjerenja kako bi se potvrdila hipoteza o nepravilnostima unutar aplikacije My Data Manager, uočeno je kako na uređaju Samsung Galaxy A6+ kada su uključene opcije spremanja zaprimljenih datoteka, aplikacija nije zabilježila generiranje podatkovnog prometa na aplikaciji WhatsApp.

U tablici 11 prikazane su sve logične i nelogične pojave u radu aplikacije My Data Manager koje su uočene tijekom mjerenja.

Tablica 11. Logične i nelogične pojave u radu s aplikacijom My Data Manger, Izvor: [Autor]

Mjerenje	Logično	Nelogično
Prvo mjerjenje	Na oba uređaja uočeno generiranje podatkovnog prometa	Drugačiji postotak ukupno generiranog podatkovnog prometa od strane aplikacija na uređaju Samsung Galaxy S9+. Kod uređaja iPhone X pojava „Unidentified apps“
Drugo mjerjenje	Generiranje podatkovnog prometa na tri aplikacije kod Samsung Galaxy S9+	Kod iPhone X nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa te pojava „Unidentified apps“. Kod Samsung Galaxy S9+ nema generiranja podatkovnog prometa na aplikaciji WhatsApp
Treće mjerjenje	Generiranje podatkovnog prometa na svim aplikacijama na uređaju Samsung Galaxy A6+	Kod uređaja Samsung Galaxy A6+ Viber generirao zanemarivu količinu podatkovnog prometa u odnosu na ostale aplikacije. Nema generiranja podatkovnog prometa na iPhone X i pojava „Unidentified apps“
Četvrto mjerjenje	Generiranje podatkovnog prometa na svim aplikacijama na uređaju Samsung Galaxy A6+	Nema generiranja podatkovnog prometa na iPhone X i pojava „Unidentified apps“. Zanemariwa generiranja podatkovnog prometa na uređaju Samsung Galaxy A6+
Peto mjerjenje	Na oba uređaja zabilježeno je generiranje podatkovnog prometa osim na aplikaciji WhatsApp na uređaju Samsung Galaxy S9+	Nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa na aplikaciji WhatsApp na uređaju Samsung Galaxy S9+
Šesto mjerjenje	Generiranja podatkovnog prometa na oba uređaja, osim na aplikaciji WhatsApp na uređaju Samsung Galaxy S9+	Nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa na aplikaciji WhatsApp na uređaju Samsung Galaxy S9+
Dodatno mjerjenje	U oba slučaja je zabilježeno generiranje podatkovnog prometa, osim kod aplikacije WhatsApp kada je bila uključena opcija spremanja zaprimljenih datoteka	Nije zabilježeno generiranje podatkovnog prometa na aplikaciji WhatsApp kada je bila uključena opcija spremanja zaprimljenih datoteka

Iz tablice 11 vidljivo je kako aplikacija My Data Menager djelomično prikazuje generiranje podatkovnog prometa. Uočeno je neprepoznavanje generiranog podatkovnog prometa pojedinih aplikacija, te neprepoznavanje određenih aplikacija.

7. Zaključak

Podatkovni promet bilježi sve veći rast iz godine u godinu. Kao glavni uzrok ističu se video sadržaji i videozapisi koji su dostupni na internetu, kako na YouTubeu, tako i na društvenim mrežama. Sve popularnija je i razmjena videozapisa između korisnika aplikacija za razmjenu trenutnih poruka kao što su WhatsApp i Viber. Osim što su videozapisi popularni među korisnicima, oni generiraju velike količine podatkovnog prometa koji korisnici imaju unutar svojim tarifnih planova na mobilnim uređajima, te upravo iz tog razloga velika većina korisnika nastoji uspostaviti vezu s nekom bežičnom mrežom prije nego će započeti pregledavanje videozapisa koji traju duže. Tako izbjegavaju generiranje podatkovnog prometa koji imaju unutar svojih tarifnih planova.

Na količinu generiranog podatkovnog prometa utječe dosta faktora. Kao glavni faktori koji utječu na količinu generiranog podatkovnog prometa na mobilnim uređajima ističu se operativni sustav koji uređaj primjenjuje, njegova veličina zaslona i komunikacijska tehnologija. Uređaji koji imaju veći zaslon i rezoluciju generiraju veću količinu podatkovnog prometa zato što mogu prikazati veliku količinu podataka s većom kvalitetom. Postoje i varijacije u količini generiranog podatkovnog prometa između operativnih sustava uređaja, što je vidljivo i u radu, pošto su korišteni uređaji koji primjenjuju iOS operativni sustav i onaj koji primjenjuje Android operativni sustav. Razvojem generacija mobilnih mreža dolazi do većeg generiranja podatkovnog prometa. Svaka generacija mobilne mreže ima različitu brzinu prijenosa podataka, pa tako novije mreže kao što je mobilna mreža četvrte generacije generira veću količinu podatkovnog prometa u odnosu na mobilnu mrežu treće generacije jer ima veću brzinu prijenosa podataka, te omogućuje prijenos veće količine podataka.

Predviđanja podatkovnog prometa za 2024. iznose od 10 EB do čak 50 EB na mjesečnoj razini ovisni o regiji. Kao glavni uzrok toga ističe se peta generacija mobilne mreže, koja će se u velikom broju država implementirati 2020. 5G mreža pružat će svojim korisnicima još veće brzine prijenosa podataka u odnosu na brzine koje omogućuju trenutno dostupne mreže. Uvođenjem 5G predviđa se veća mobilnost i bolja pokrivenost signala.

Većina korisnika nastoji pristup internetu ostvariti upotrebom Wi-Fi mreže. Wi-Fi je najpopularniji bežični pristup mreži. Korisnicima omogućuje brz prijenos podataka, jeftin je, ima široku dostupnost, te bilježi manju potrošnju baterije u odnosu na mobilni podatkovni promet. Upotrebom Wi-Fi mreže izbjegava se naplata koja se ostvaruje pristupom internetu, dok korisnici pristupom Wi-Fi mreži izbjegavaju generiranje vlastitog mobilnog podatkovnog prometa, te je upravo to jedan od razloga što su mjerenja u ovom radu vršena na Wi-Fi mreži.

Iako se razmjnom videozapisa generira velika količina podatkovnog prometa, ne generiraju sve aplikacije jednaku količinu podatkovnog prometa. Na to utječu razni faktori. Dokazano je kako postoje razlike između generiranog podatkovnog prometa koji ostvaruju uređaji s različitim operativnim sustavima, veličinama zaslona, te različitim postavkama uređaja. Pod postavke uređaja smatra se kako su na svakom od korištenih uređaja bile postavljene drugačije postavke unutar aplikacija koje su se koristile u radu. Na uređaju iPhone X unutar aplikacija Messenger, Instagram, WhatsApp i Viber postavke su bile postavljeno

tako da aplikacije u memoriju uređaja automatski spremaju zaprimljene datoteke. Na uređaju Samsung Galaxy S9+ postavke automatskog spremanja zaprimljenih datoteka bile su uključene samo na aplikaciji WhatsApp, dok kod uređaja Samsung Galaxy A6+ to postavke nisu bile uključene niti na jednoj aplikaciji.

Podatkovni promet koji su aplikacije generirale mjeren je pomoću aplikacije My Data Manager koju je moguće besplatno preuzeti. Aplikacija je izabrana stoga što slična aplikacija nije podržana na iOS (GlassWire) te je prethodno već korištena navedena aplikacija. Aplikacije bilježi podatkovni promet koji korisnik generira upotrebom mobilnog podatkovnog prometa, Wi-Fi mreže, te u slučaju da korisnik boravi u inozemstvu. Aplikacija omogućuje i postavljanje ograničenja prilikom generiranja podatkovnog prometa. Također, aplikacija korisnicima omogućuje uvid koliko pojedina aplikacija generira podatkovnog prometa.

Na uređaju iPhone X nakon prvog mjerenja nisu zabilježena generiranja podatkovnog prometa niti na jednoj od spomenutih aplikacija, na uređaju Samsung Galaxy S9+ na aplikaciji WhatsApp nakon prvog mjerenja nisu zabilježena generiranja podatkovnog prometa. Tijekom provođenja prvog mjerenja sve četiri aplikacije generirale su jednaku količinu podatkovnog prometa, kao što je to prikazala aplikacija, ali aplikacija je također prikazala da unatoč tome što su sve aplikacije generirale jednaku količinu podatkovnog prometa, da promet od svake pojedine aplikacije čini drugačiji postotak od ukupno generiranog podatkovnog prometa. Kod uređaja Samsung Galaxy A6+ samo su rezultati dobiveni četvrtim mjerenjem ukazivali na moguće nepravilnosti. Prva pretpostavka je kako su nepravilnosti u istraživanju uzrokovane različitim postavkama aplikacija no to je opovrgnuto četvrtim mjerenjem. Na temelju tih rezultata postavljena je hipoteza da postoje određene nepravilnosti u radu aplikacije My Data Manager. Dodatnim mjerenjem nastojalo se provjeriti postoje li nepravilnosti u radu aplikacije. Uređaj korišten u dodatnom mjerenju je bio Samsung Galaxy S8+, a rezultati mjerenja koji su izneseni u radu odnose se samo na uređaj Samsung Galaxy A6+ radi njegova prethodna korištenja u mjerenjima. Nepravilnosti koje su uočene u radu aplikacije opisane su u diskusiji.

Literatura

- [1] Ericsson Mobility Report November 2018., dostupno na: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/november-2018> [pristupljeno: 1. 7. 2019.]
- [2] Ericsson Mobility Report 2019 - Mobile data traffic growth outlook, dostupno na: <https://www.ericsson.com/en/mobility-report/reports/november-2018/mobile-data-traffic-growth-outlook> [pristupljeno: 13. 7. 2019.]
- [3] Hosting Tribunal - What Percentage of Internet Traffic Is Mobile?,dostupno na: <https://hostingtribunal.com/blog/mobile-percentage-of-traffic/> [pristupljeno: 14. 7. 2019.]
- [4] Micro Focus - How Much Data is Created on the Internet Each Day?,dostupno na: <https://blog.microfocus.com/how-much-data-is-created-on-the-internet-each-day/> [pristupljeno: 15. 7. 2019.]
- [5] Siniša Husnjak, Dragan Peraković, Ivan Cvitić - RELEVANT AFFECT FACTORS OF SMARTPHONE,dostupno na: file:///C:/Users/Matija!/Downloads/12_2091_Husnjak_final.PDF [pristupljeno: 11. 6. 2019.]
- [6] Larger smartphone screens drive greater user activity, Mobidia, 10. 2014, dostupno na: http://www.derekspratt.com/PDFs/Business/Mobidia/Mobile_Media_Consumption_Report_IHS_Mobidia.pdf [pristupljeno: 25. 4. 2019.]
- [7] DIGITALCITIZEN, What do the 720p, 1080p, 1440p, 2K, 4K and 8K resolutions mean? What are the aspect ratio & orientation?, dostupno na: <https://www.digitalcitizen.life/what-screen-resolution-or-aspect-ratio-what-do-720p-1080i-1080p-mean> [Aristupljeno 27. 4. 2019.]
- [8] Xfinity Mobile - How does video resolution affect my data usage?, dostupno na: <https://www.xfinity.com/mobile/support/article/video-resolution-affect-data-usage> [pregledano: 28. 4. 2019.]

- [9] Know Your Mobile - A Definition of OS, dostupno na: <http://www.knowyourmobile.com/glossary/os> [pregledano: 2. 5. 2019.]
- [10] Marketing Land - Android now the world's dominant OS, surpassing Windows, dostupno na: <https://marketingland.com/android-now-dominant-os-around-globe-surpassing-windows-211024> [pregledano: 5. 5. 2019.]
- [11] Quora - Does iOS consume more data than Android, dostupno na: <https://www.quora.com/Does-iOS-consume-more-data-than-Android> [pregledano: 7. 5. 2019.]
- [12] J. Feist, Android Authority- System checkup, keep tabs on background data usage – Android customization, dostupno na: <https://www.androidauthority.com/system-checkup-background-data-android-customization-617858/> [pregledano: 8. 5. 2019.]
- [13] Webopedia - Introduction to Mobile Devices, dostupno na: https://www.webopedia.com/quick_ref/mobile_OS.asp [pregledano: 27. 5. 2019.]
- [14] Instapage - What is a Mobile App Landing Page?, dostupno na: <https://instapage.com/what-is-a-mobile-app-landing-page-chapter-3> [pregledano: 29. 5. 2019.]
- [15] How-To Geek - How to Reduce Data Usage When Browsing the Web on a Smartphone, dostupno na: <https://www.howtogeek.com/181567/how-to-reduce-data-usage-when-browsing-the-web-on-a-smartphone/> [pregledano: 30. 5. 2019.]
- [16] Simon Johansen - 1G, 2G, 3G, 4G, 5G, dostupno na: https://its-wiki.no/images/c/c8/From_1G_to_5G_Simon.pdf [pregledano 31. 5. 2019.]
- [17] Tutorilaspoint - Communication Technologies - Mobile, dostupno na: https://www.tutorialspoint.com/communication_technologies/communication_technologies_mobile.htm [pregledano: 31. 5. 2019.]
- [18] RF Page - Evolution of wireless technologies 1G to 5G in mobile communication, dostupno na: <https://www.rfpage.com/evolution-of-wireless-technologies-1g-to-5g-in-mobile-communication/> [pregledano: 31. 5. 2019.]

- [19] RF Page - How 5G technology works, dostupno na: <https://www.rfpage.com/how-5g-technology-works/> [pregledano: 4. 6. 2019.]
- [20] Analysys Mason - Why iPhones generate so more data traffic than any other smartphone, dostupno na: <http://www.analysismason.com/About-Us/News/Insight/iPhone-data-traffic-Jun2012/> [pregledano: 4. 6. 2019.]
- [21] MakeUseOf - Why Do Apps Nag Me To Update & Should I Listen?,dostupno na: <https://www.makeuseof.com/tag/apps-nag-update-listen-si/> [pristupljeno: 6. 6. 2019.]
- [22] Tested - How Much Data the Most Popular Smartphone Tasks and Apps Actually Use, dostupno na: <https://www.tested.com/tech/smartphones/3105-how-much-data-the-most-popular-smartphone-tasks-and-apps-actually-use/> [pristupljeno: 6. 6. 2019.]
- [23] Digital Trends - What is Wi-Fi? Here's everything you need to know, dostupno na: <https://www.digitaltrends.com/computing/what-is-wi-fi/> [pristupljeno: 9. 6. 2019.]
- [24] Pearson IT Certification - 802.11 Wireless Standards,dostupno na: <http://www.pearsonitcertification.com/articles/article.aspx?p=1329709&seqNum=4> [pregledano 10. 6. 2019.]
- [25] TechTarget - What Wi-Fi (802.11 standard)?,dostupno na: <https://searchmobilecomputing.techtarget.com/definition/Wi-Fi> [pregledano: 10. 6. 2019.]
- [26] IAB Video Landscape Report,dostupno na: https://www.iab.com/wp-content/uploads/2018/05/IAB-Video-Landscape-Report-May-2018_-4th-Edition_Final.pdf [pregledano: 7. 7. 2019.]
- [27] AdColony - Video On Track to Be Nearly 80% of Mobile Data Traffic by 2022,dostupno na: <https://www.adcolony.com/blog/2019/03/05/video-on-track-to-be-nearly-80-of-mobile-data-traffic-by-2022/> [pregledano: 8. 7. 2019.]
- [28] Quality evaluation of streaming video on mobile networks,dostupno na: https://scdn.rohde-schwarz.com/ur/pws/dl_downloads/dl_common_library/dl_brochures_and_datasheets/pdf_1/service_support_30/White_Paper__Quality_Evaluation_of_Streaming_Video_on_Mobile

- _Networks_5215-4369-92_v0100.pdf [pregledano: 8. 7. 2019.]
- [29] Openwave Mobility - How and why mobile video is growing 100% Year on Year – the MobileVideo Index 2019,” [Online]. Available: <https://owmobility.com/blog/mobile-video-index-2019-how-and-why-mobile-video-has-grown-100-year-on-year/> [pregledano: 11. 7. 2019.]
- [30] The Mobile Network - Quality evaluation of streaming video on mobile networks, dostupno na: <http://the-mobile-network.com/2019/03/white-paper-quality-evaluation-of-streaming-video-on-mobile-networks/> [pregledano: 11. 7. 2019.]
- [31] Opensignal - It takes less than 3 seconds for mobile video to load on Singapore's 4G networks, dostupno na: <https://www.opensignal.com/blog/2019/03/19/it-takes-less-than-3-seconds-for-mobile-video-to-load-on-singapores-4g-networks> [pregledano: 4. 7. 2019.]
- [32] LinkedIn - Congested Mobile Network’s Impact On Delivering Large Videos Over The Internet, dostupno na: <https://www.linkedin.com/pulse/congested-mobile-networks-impact-delivering-large-dr-eslambolchi> [pregledano 12. 7. 2019.]
- [33] Android Central - How much mobile data does streaming media use?,dostupno na: <https://www.androidcentral.com/how-much-data-does-streaming-media-use> [pregledano 16. 7. 2019.]
- [34] Messeging App Usage Statistics Around the World - WhatsApp, WeChat and Facebook Messenger Apps – Global Messenger Usage, Penetration and Statistics,dostupno na: <https://www.messengerpeople.com/global-messenger-usage-statistics/> [pregledano: 21. 8. 2019.]
- [35] Lifewire - Everything You Need to Know About Facebook Messenger,dostupno na: <https://www.lifewire.com/facebook-messenger-4103719> [pregledano: 22. 7. 2019.]
- [36] Webwise - Explainer: What is Messenger?,dostupno na: <https://www.webwise.ie/parents/explained-what-is-messenger/> [pregledano 23. 7. 2019.]

- [37] groovyPost - 14 Useful & Fun Facebook Messenger Features You Should Use, dostupno na: <https://www.groovypost.com/howto/useful-fun-facebook-messenger-features> [pregledano: 23. 7. 2019.]
- [38] SimilarWeb - Mobile Messaging App Map of the World – January 2019, dostupno na: <https://www.similarweb.com/blog/mobile-messaging-app-map-january-2019> [pregledano: 3. 9. 2019.]
- [39] MakeUseOf - What is Instagram and How Does It Work?, dostupno na: <https://www.makeuseof.com/tag/what-is-instagram-how-does-instagram-work/> [pregledano: 24. 7. 2019.]
- [40] Lifewire - What Is Instagram, Anyway?, dostupno na: <https://www.lifewire.com/what-is-instagram-3486316> [pregledano: 24. 7. 2019.]
- [41] Webwise - Explained: What is Instagram?, dostupno na: <https://www.webwise.ie/parents/explained-image-sharing-app-instagram/> [pregledano: 24. 7. 2019.]
- [42] Lifewire - The 10 Best Mobile Messaging Apps, dostupno na: <https://www.lifewire.com/best-mobile-messaging-apps-2654839> [pregledano: 26. 7. 2019.]
- [43] Webwise - Explainer: What is WhatsApp?, dostupno na: <https://www.webwise.ie/parents/explainer-whatsapp/> [pregledano: 26. 7. 2019.]
- [44] Digital Trend - Everything you need to know about WhatsApp Messenger, dostupno na: <https://www.digitaltrends.com/mobile/what-is-whatsapp/> [pregledano: 27. 7. 2019.]
- [45] Webwise - What is Viber?, dostupno na: <https://www.webwise.ie/parents/what-is-viber/> [pregledano: 29. 7. 2019.]
- [46] Rakuten Viber - Why Viber Is the Most Secure Messaging App Around, dostupno na: <https://www.viber.com/blog/2018-04-11/why-viber-is-the-most-secure-messaging-app-around/> [pregledano: 30. 7. 2019.]
- [47] iSTYLE - iPhone X, dostupno na: https://istyle.hr/iphone-x.html?config_model=1333&

- color=482 [pregledano 2. 8. 2019.]
- [48] Apple (Hrvatska) - iPhone X tehničke specifikacije, dostupno na: https://support.apple.com/kb/sp770?locale=hr_HR [pregledano: 3. 8. 2019.]
- [49] GSMArena - Apple iPhone X, dostupno na: https://www.gsmarena.com/apple_iphone_x-8858.php [pregledano 3. 8. 2019.]
- [50] Mobis.hr - Samsung Galaxy S9+, dostupno na: <https://www.mobis.hr/proizvodi/mobiteli/samsung-galaxy-s9-plus-plavi-4495/> [pregledano: 4. 8. 2019.]
- [51] Samsung - Galaxy S9 | S9+ Specifications, dostupno na: <https://www.samsung.com/global/galaxy/galaxy-s9/specs/> [pregledano: 4. 8. 2019.]
- [52] GSMArena - Samsung Galaxy S9+, dostupno na: https://www.gsmarena.com/samsung_galaxy_s9+-8967.php [pregledano: 4. 8. 2019.]
- [53] tportal.hr - Predstavljeni novi smartfoni iz Samsunga - Galaxy A6 i A6+, dostupno na: <https://www.tportal.hr/tehnolo/clanak/stigli-su-novi-galaxy-a6-i-a6-evo-sto-donose-foto-20180502> [pregledano: 5. 8. 2019.]
- [54] GSMArena - Samsung Galaxy A6+, dostupno na: [https://www.gsmarena.com/samsung_galaxy_a6+_\(2018\)-9156.php](https://www.gsmarena.com/samsung_galaxy_a6+_(2018)-9156.php) [pregledano: 5. 8. 2019.]
- [55] Usporedilica - Samsung Galaxy A6+, dostupno na: <https://www.racunalo.com/usporedilica/samsung-galaxy-a6-plus-2018/> [pregledano: 5. 8. 2019.]
- [56] Mobis.hr - Samsung Galaxy A6+ 2018, dostupno na: <https://www.mobis.hr/proizvodi/mobiteli/samsung-galaxy-a6-2018-crni-4846/> [pregledano: 5. 8. 2019.]
- [57] YtMp3, dostupno na: <https://ytmp3.cc/> [pregledano: 7. 8. 2019.]
- [58] Eduroam, dostupno na: <https://www.eduroam.hr/> [pregledano: 8. 8. 2019.]
- [59] Eduroam - Letak, dostupno na: https://www.eduroam.hr/docs/korisnici_eduroam_letak_v100_201807.pdf [pregledano: 8. 8. 2019.]
- [60] Softonic - My Data Manager, dostupno na: <https://my-data-manager.en.softonic.com/>

android#tab-review [pregledano: 9. 8. 2019.]

- [61] iMore - Best apps to track your cellular data usage, dostupno na: <https://www.imore.com/best-apps-track-your-cellular-data-usage#my> [dostupno na 9. 8. 2019.]
- [62] YouTube - Funny Cat And mirror Video, dostupno na: <https://www.youtube.com/watch?v=iDVItAX-meU> [pregledano 10. 7. 2019.]

Popis kratica

AMOLED (Active-Matrix Organic Light-Emitting Diode) aktivne matrične organske diode

AMPS (Advanced Mobile Phone System) proizvođač mobilnih uređaja prve generacije

CARNet (Croatian Academic and Research Network) Hrvatska akademska i istraživačka mreža

EB (ExaByte) mjerna jedinica za količinu podatkovnog prometa

EDGE (Enhanced Data GSM Evolution) oznaka za mobilnu mrežu 2,75 generacije

Eduroam (Education Roaming) roaming usluga pod okriljem europske udruge akademskih i istraživačkih mreža

ETACS (European Total Access Communication System) proizvođač mobilnih uređaja prve generacije

EVDO (Evolution-Data Optimized) telekomunikacijski standard za Wi-Fi

FHD (Full High-Definition) rezolucija 1920x1080p

FWA (Fixed Wireless Access) fiksni bežični pristup

GB (Gigabyte) mjerna jedinica količine podataka

Gb/s (Gigabits per second) oznaka za brzinu prijenosa podataka

GDPR (General Data Protection Regulation) opća uredba o zaštiti podataka

GÉANT (Gigabit European Academic Network) europska multi-gigabitna akademska računalna mreža

GHz (Gigahertz) oznaka za frekvenciju radnog takta

GIF (Graphics Interchange Format) računalni grafički format

GPRS (General Packet Radio Service) oznaka za mobilnu mrežu 2,5 generacije

GPS (Global Positioning System) satelitski radionavigacijski sustav

GSM (Global System for Mobile Communications) oznaka za mobilnu mrežu druge generacije

HD (High-Definition) rezolucija 1280x720p

HSPA (High Speed Packet Access) oznaka za mobilnu mrežu 3,5 generacije

HTML (HyperText Markup Language) programski jezik za izradu web stranica

IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers) institut inženjera elektrotehnike i elektronike

IoT (Internet of Things) internet stvari

IP (Internet Protocol) internetski protokol

KB (Kilobyte) mjerna jedinica količine podataka

KB/s (Kilobyte/second) oznaka za brzinu prijenosa podataka

LAN MAC (Local Area Network Media Access Control) Wi-Fi standardi

LTE (Long Term Evolution) oznaka za mobilnu mrežu četvrte generacije

mAh (miliAmpere hour) standardizirana oznaka za kapacitet baterije

MB (MegaByte) mjerna jedinica količine podataka

Mb/s (Megabit/second) oznaka za brzinu prijenosa podataka

MHz (MegaHertz) oznak za frekvenciju radnog takta

MIMO (Multiple Input Multiple Output) antenske konfiguracije višestrukog ulaza i višestrukog izlaza

MMS (Multimedia Messaging Service) prijenos multimedijских sadržaja putem poruke

MP (Megapixel) razlučivost senzora kamere

NFC (Near Field Communication) bežična tehnologija za kratke udaljenosti

NMTS (Nordic Mobile Phone System) proizvođač mobilnih uređaja prve generacije

OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) frekvencijski multipleks ortogonalnih podnosilaca

OLED (Organic Light-Emitting Diode) organska svjetleća dioda

OS (Operating System) operativni sustav

PIN (Personal Identification Number) tajni osobni broj korisnika

QoD (Quality of Data) kvaliteta isporuke

QoE (Quality of Experience) kvaliteta doživljaja

QZSS (*Quasi-Zenith Satellite System*) kvazizenitni satelitski sustav

RADIUS (Remote Authentication Dial-Up User Service) vrsta poslužitelja

SAD Sjedinjene Američke Države

SIM (Subscriber Identity Module) modul na kojem je pohranjen unikatni broj

SMS (Short Message Service) usluga za slanje kratkih tekstualnih poruka

Srce Sveučilišni računski centar Sveučilišta u Zagrebu

SVOD (Subscription Video On Demand) pretplatnički video na zahtjev

TACS (Total Access Communication System) proizvođač mobilnih uređaja prve generacije

UHD (Ultra High-Definition) rezolucija 3840x2160p

UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) oznaka za mobilnu mrežu treće generacije

USB (Universal Serial Bus) hardverski priključak

VPN (Virtual Private Network) virtualna privatna mreža

Wi-Fi (Wireless Fidelity) bežična mreža, IEEE 802.11 standard

WLAN (Wireless Local Area Network) bežična lokalna mreža

Popis slika

Slika 1. Korištenost Android i iOS uređaja u svijetu	7
Slika 2. Prikaz ostvarenog podatkovnog prometa i postavljenog podatkovnog ograničenja	9
Slika 3. Postupak razmjene i pregledavanja videozapisa prvog mjerenja.....	38
Slika 4. Rezultati mjerenja između Samsung Galaxy S9+ i iPhone-a X.....	38
Slika 5. Generirani podatkovni promet ostvaren pregledavanjem zaprimljenog videozapisa na uređaju iPhone X	39
Slika 6. Postupak razmjene i pregledavanja videozapisa drugog mjerenja.....	40
Slika 7. Rezultati mjerenja između iPhone-a X i Samsunga Galaxy S9+	40
Slika 8. Generirani podatkovni promet ostvaren pregledavanjem zaprimljenog videozapisa na uređaju Samsung Galaxy S9+	41

Popis grafikona

Grafikon 1. Generirani mobilni podatkovni promet po regijama.....	3
Grafikon 2. Generirani mobilni podatkovni promet po pametnom telefonu.....	4
Grafikon 3. Najkorišteniji uređaji za pristup internetu.....	11
Grafikon 4. Prihod od videozapisa 2016. i 2017. godine	16
Grafikon 5. Udio mobilnog video sadržaja ukupnog generiranog mobilnog podatkovnog prometa 2017. i 2022.....	17
Grafikon 6. Povećanje generiranog mobilnog podatkovnog prometa od 2011.....	18
Grafikon 7. 4G vrijeme učitavanja videozapisa u Singapuru po operatorima	20
Grafikon 8. Postotak učitavanja videozapisa	21
Grafikon 9. Vremensko trajanje prikazivanja videozapisa koji omogućuju paketi od 2 GB...	23
Grafikon 10. Vremensko trajanje prikazivanja videozapisa koji omogućuju paketi od 5 GB.	23
Grafikon 11. Vremensko trajanje prikazivanja videozapisa koji omogućuju paketi od 10 GB	24
Grafikon 12. Upotreba aplikacije Messenger i WhatsApp po dobnim skupinama u SAD-u...	25
Grafikon 13. Prikaz korištenja Messenger-a u SAD i Francuskoj 2017. i 2018.	27
Grafikon 14. Prikaz korištenja WhatsApp-a u svijetu 2017. i 2018.	29
Grafikon 15. Slanje videozapisa prvog mjerenja	44
Grafikon 16. Pregledavanje videozapisa prvog mjerenja.....	44
Grafikon 17. Pregledavanje videozapisa drugog mjerenja.....	45
Grafikon 18. Slanje videozapisa trećeg mjerenja	45
Grafikon 19. Pregledavanje videozapisa četvrtog mjerenja	46
Grafikon 20. Slanje videozapisa petog mjerenja.....	47
Grafikon 21. Pregledavanje videozapisa petog mjerenja	47
Grafikon 22. Pregledavanje videozapisa šestog mjerenja	48
Grafikon 23. Pregledavanje videozapisa šestog mjerenja	48

Popis tablica

Tablica 1. Pregled značajki 802.11 standarda	15
Tablica 2. Generirani mobilni podatkovni promet po satu u ovisnosti o kvaliteti videozapisa	22
Tablica 3. Karakteristike iPhone-a X	32
Tablica 4. Karakteristike Samsung-a Galaxy S9+	33
Tablica 5. Karakteristike Samsung-a Galaxy A6+	34
Tablica 6. Rezultati trećeg mjerenja	42
Tablica 7. Rezultati četvrtog mjerenja	42
Tablica 8. Rezultati petog mjerenja	42
Tablica 9. Rezultati šestog mjerenja	43
Tablica 10. Rezultati dodatnog mjerenja	50
Tablica 11. Logične i nelogične pojave u radu s aplikacijom My Data Manger	52